



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ
ΠΑΡΑΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ

STEM Τεχνολογίες και Εκπαιδευτική Ρομποτική στην Ειδική Αγωγή

Ασλάνογλου Καλλιόπη

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλέπων
Ζυγούρης Νικόλαος

Λαμία, 2021



UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF SCIENCE
INFORMATICS AND COMPUTATIONAL
BIOMEDICINE

STEM Technology and Educational Robotics in Special Education

ASLANOGLOU KALLIOPI

Master thesis

Supervisor: Zygouris Nikolaos

Lamia, 2021



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ

**ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: «Πληροφορική και Τεχνολογίες
Πληροφορίας και Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση»**

**STEM Τεχνολογίες και Εκπαιδευτική
Ρομποτική στην Ειδική Αγωγή**

Ασλάνογλου Καλλιόπη

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλέπων Καθηγητής: Ζυγούρης Νικόλαος

Λαμία, 2021

«Υπεύθυνη Δήλωση μη λογοκλοπής και ανάληψης προσωπικής ευθύνης»

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, και γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα και ενυπογράφως ότι η παρούσα εργασία με τίτλο «STEM Τεχνολογίες και Εκπαιδευτική Ρομποτική στην Ειδική Αγωγή» αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές από τις οποίες χρησιμοποίησα δεδομένα, ιδέες, φράσεις, προτάσεις ή λέξεις, είτε επακριβώς (όπως υπάρχουν στο πρωτότυπο ή μεταφρασμένες) είτε με παράφραση, έχουν δηλωθεί κατάλληλα και ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Η ΔΗΛΟΥΣΑ

Ασλάνογλου Καλλιόπη

26/5/2021

STEM Τεχνολογίες και Εκπαιδευτική Ρομποτική στην Ειδική Αγωγή

Ασλάνογλου Καλλιόπη

Τριμελής Επιτροπή:

Ζυγούρης Νικόλαος, Επίκουρος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ξενάκης Αποστόλης, Επίκουρος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δαδαλιάρης Αντώνιος, Επίκουρος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Επιστημονικός Σύμβουλος:

Ξενάκης Αποστόλης, Επίκουρος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη

Η συγκεκριμένη εργασία αναφέρεται στις STEM Τεχνολογίες και στην Εκπαιδευτική Ρομποτική, καθώς και στον τρόπο που αυτοί οι τομείς επιδρούν στα άτομα με ειδικές ανάγκες. Αναλυτικότερα, η εκπαιδευτική ρομποτική είναι αρκετά σημαντική τόσο για τους μαθητές τυπικής ανάπτυξης όσο και για τους μαθητές μη τυπικής ανάπτυξης, δημιουργώντας κίνητρα για μάθηση και αυξάνοντας τη θετική τους ανταπόκριση στις επιστήμες. Αξιοσημείωτο είναι ότι με τη χρήση της ρομποτικής προσεγγίζεται η λεγόμενη εκπαίδευση STEM στην οποία η μάθηση επιτυγχάνεται με διεπιστημονικό τρόπο. Επιπλέον, η εκπαίδευση STEM συνδέεται με την Υπολογιστική Σκέψη, η οποία χαρακτηρίζεται απαραίτητη δεξιότητα για την επίλυση προβλημάτων. Στην εργασία παρουσιάζονται οι έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στην γενική αλλά και στην ειδική αγωγή υπογραμμίζοντας τις επιπτώσεις που έχει η χρήση των τεχνολογιών στους μαθητές. Συνολικά, πραγματοποιείται μία διεξοδική βιβλιογραφική ανασκόπηση για να μπορέσει να διευκρινιστεί ακριβώς η συνοχή και ο ρόλος των εννοιών της ρομποτικής, της εκπαίδευσης STEM και της υπολογιστικής σκέψης στην εκπαίδευση.

Λέξεις – Κλειδιά: Εκπαιδευτική Ρομποτική, Υπολογιστική Σκέψη, Εκπαίδευση STEM, Ειδική Αγωγή

Abstract

This paper addresses STEM Technologies and Educational Robotics, as well as how these areas affect people with disabilities. More specifically, educational robotics is quite important for both students of formal development and students of non-formal development, creating incentives for learning and increasing their positive response to science. It is noteworthy that the use of robotics approaches the so-called STEM education in which learning is achieved in an interdisciplinary way. In addition, STEM training is linked to Computational Thinking, which is a necessary problem-solving skill. The paper presents the research carried out in general and special education, emphasizing the effects that the use of technologies has on students. Overall, a thorough literature review is conducted to clarify precisely the coherence and role of the concepts of robotics, STEM training and computational thinking in education.

Keywords: Educational Robotics, Computational Thinking, STEM Training, Special Education

Ευχαριστίες

Έχοντας πλέον ολοκληρώσει τη διπλωματική μου εργασία, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, τον κ. Ζυγούρη Νικόλαο, για την εμπιστοσύνη, την υποστήριξη, την καθοδήγηση, τον χρόνο που μου αφιέρωσε, καθώς και για την άριστη συνεργασία που είχαμε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου αλλά και του μεταπτυχιακού μου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ξενάκη Αποστόλη, διότι μου παρείχε πολύτιμη καθοδήγηση, εμπιστοσύνη και βοήθεια στις δυσκολίες που συνάντησα και ήταν πάντα πρόθυμος να με βοηθήσει. Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω τον κ. Δαδαλιάρη Αντώνιο για τη συνεργασία που είχα μαζί του. Τους ευχαριστώ από τα βάθη της ψυχής μου και νιώθω ιδιαίτερη τιμή που είχα την ευκαιρία να συνεργαστώ μαζί τους και να μου προσφέρουν τις πολύτιμες γνώσεις τους.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω, βέβαια, την οικογένειά μου, καθώς και όλους εκείνους που έχουν ιδιαίτερη θέση στη ζωή μου και με βοήθησαν να ολοκληρώσω το μεταπτυχιακό μου με επιτυχία.

Σας ευχαριστώ,

Ασλάνογλου Καλλιόπη

Ειδική Παιδαγωγός

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	12
Μεθοδολογία της εργασίας	16
1. Εκπαιδευτική Ρομποτική	18
1.1 Τι είναι Εκπαιδευτική Ρομποτική	18
1.2 Ιστορική Αναδρομή – Θεωρητικό Υπόβαθρο ΕΡ	20
1.3 Εποικοδομισμός.....	23
1.4 Εργαλεία Εκπαιδευτικής Ρομποτικής.....	25
1.5 Έρευνες.....	36
1.6 Physical Computing.....	39
2. Υπολογιστική Σκέψη	46
2.1 Ιστορική αναδρομή του όρου Υπολογιστική Σκέψη	46
2.2 Ορισμοί.....	48
2.3 Βασικές Έννοιες και Δεξιότητες ΥΣ	52
2.4 Οφέλη της ΥΣ.....	61
2.5 Αξιολόγηση ΥΣ	62
2.5.1 Πρωτόκολλα Αξιολόγησης της ΥΣ	62
2.5.2 Εργαλεία για την Αξιολόγηση της ΥΣ	66
2.6 Υπολογιστική Σκέψη και Επιστήμες.....	70
2.7 Υπολογιστική Επιστήμη στην Εκπαίδευση	72
2.8 Έρευνες.....	74
3. Εκπαίδευση STEM.....	79
3.1 Ορισμός και Ιστορική Αναδρομή του STEM.....	79
3.2 STEM	81
3.2.1 Αλφαριθμητισμός STEM.....	81
3.2.2 Επιστημολογία STEM	83
3.2.3 Προσεγγίσεις στην Εκπαίδευση STEM.....	87
3.3 Το STEAM στην Εκπαίδευση	88
3.4 Υπολογιστική Παιδαγωγική STEM/STEAM.....	89

3.5	Οφέλη της Εκπαίδευσης STEM	90
3.6	Physical Computing και χωρικές και διανοητικές δεξιότητες.....	92
3.7	Μηχανική Μάθηση.....	95
3.8	Έρευνες STEM.....	100
4.	Ειδική Αγωγή	103
4.1	Τι είναι Ειδική Αγωγή;.....	103
4.1.1	Οι Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην Ειδική Αγωγή 103	
4.2	Μαθησιακές Δυσκολίες.....	107
4.2.1	ΤΠΕ και Μαθησιακές Δυσκολίες.....	112
4.3	Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής – Υπερκινητικότητα (ΔΕΠ-Υ)	116
4.3.1	ΤΠΕ στις Διαταραχές Ελλειμματικής Προσοχής – Υπερκινητικότητα (ΔΕΠΥ) 121	
4.4	Αυτισμός.....	124
4.4.1	Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών στον Αυτισμό.....	132
5.	Επίλογος.....	138
5.1	Συμπεράσματα.....	138
5.2	Συνεισφορά της μελέτης.....	139
5.3	Περιορισμοί της μελέτης.....	140
5.4	Μελλοντικές προεκτάσεις	140
	Βιβλιογραφία.....	142

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1. Προγραμματισμός χελώνας Logo	21
Εικόνα 2. Η ζώνη επικείμενης ανάπτυξης με σχηματικό τρόπο	25
Εικόνα 3. Ρομποτικό πακέτο Lego Wedo 2.0	27
Εικόνα 4. Lego Mindstorms NXT	27
Εικόνα 5. Υλικό του Lego Mindstorms NXT: πέντε αισθητήρες (φωτός, ήχου, υπερήχων, αφή), τρεις σερβοκινητήρες και το ρομπότ	28
Εικόνα 6. Ρομπότ με Lego Mindstorms	29
Εικόνα 7. Περιβάλλον προγραμματισμού Lego EV3 και παράδειγμα οπτικού κώδικα	29
Εικόνα 8. Ρομπότ Bee Bot.....	30
Εικόνα 9. Ρομπότ Mouse.....	31
Εικόνα 10. Ρομπότ Meet Edison	31
Εικόνα 11. Το περιβάλλον εργασίας του Scratch.....	32
Εικόνα 12. Ανθρωποειδές Ρομπότ KASPAR.....	34
Εικόνα 13. Ρομπότ NAO	34
Εικόνα 14. Ανθρωποειδές ρομπότ Milo ή Zeno.....	35
Εικόνα 15. Εξαρτήματα MaKey MaKey.....	40
Εικόνα 16. Arduino Uno	41
Εικόνα 17. Υλικά Arduino	41
Εικόνα 18. Raspberry Pi 2 Model B.....	42
Εικόνα 19. Περιβάλλον IDE.....	43
Εικόνα 20. Υπολογιστική Σκέψη	53
Εικόνα 21. Αρχές ΥΣ - Έννοιες και Προσεγγίσεις	61
Εικόνα 22. Η διεπιστημονικότητα.....	84
Εικόνα 23. Η δια-επιστημονικότητα	85
Εικόνα 24. Ένα ρομπότ με συναισθήματα κατασκευασμένο από Arduino	98
Εικόνα 25. Ο κώδικας χρησιμοποιώντας τη μηχανική μάθηση	98
Εικόνα 26. Πρόγραμμα στο scratch για την δημιουργία συναισθημάτων.....	99
Εικόνα 27. Οθόνη από την εφαρμογή Talking Calculator	104
Εικόνα 28. Εφαρμογή Dragon Dictation	105
Εικόνα 29. Η εφαρμογή IAnnotate και η Speak-It	105
Εικόνα 30. Το "φάσμα" του αυτισμού.....	128

Πίνακας πινάκων

Πίνακας 1. Ορισμοί της Υπολογιστικής Σκέψης.....	50
Πίνακας 2. Έννοιες της ΥΣ	55
Πίνακας 3. Εργαλεία αξιολόγησης ΥΣ και ο τρόπος χρήσης τους.....	69

Εισαγωγή

Στην ιστορία της ανθρώπινης εξέλιξης και της κοινωνικής ανάπτυξης, οι άνθρωποι, διαθέτοντας διαισθητική σκέψη, έμαθαν να χρησιμοποιούν και να φτιάχνουν υπολογιστικά εργαλεία. Η εμφάνιση και η καινοτομία των υπολογιστικών εργαλείων εξαρτάται από την ανθρώπινη σκέψη και πρωτοβουλία και ταυτόχρονα η ανθρώπινη σκέψη επηρεάζεται από τα υπολογιστικά εργαλεία. Αυτά μπορούν να αλλάξουν το πρόσωπο της ανθρώπινης κοινωνίας, παρουσιάζοντας νέες μεθόδους για επιστημονική έρευνα και για την επίλυση προβλημάτων και προωθώντας την ανθρώπινη σκέψη σε υψηλότερο επίπεδο. Ο συνδυασμός της ανθρώπινης σκέψης και των υπολογιστών γεννά μια σειρά επιτευγμάτων και θέτει τα θεμέλια της επιστήμης (Zhang & Zou, 2009).

Οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και η μάθηση με την χρήση αυτών έχουν συγκεντρώσει το ενδιαφέρον πολλών επιστημών με σκοπό να προωθήσουν την εκπαίδευση και να την καταστήσουν περισσότερο προσιτή στους μαθητές. Σύμφωνα, λοιπόν, με τους επιστήμονες, η αξιοποίηση των ΤΠΕ μπορεί να βοηθήσει στη μαθησιακή διαδικασία τόσο για την τυπική εκπαίδευση όσο και στην ειδική αγωγή. Επίσης, οι έρευνες έχουν δείξει ότι η κατάλληλη χρήση των εργαλείων των ΤΠΕ έχει θετικά αποτελέσματα στο μαθησιακό κομμάτι, στην εμπλοκή και στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων (Aslanoglou, Papazoglou, & Karagiannidis, 2018; Παπάζογλου & Καραγιαννίδης, 2019). Αυτές οι δεξιότητες που αναπτύσσονται είναι οι λεγόμενες δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα και είναι ο ψηφιακός γραμματισμός, η κριτική σκέψη, η επίλυση προβλημάτων, η συνεργασία και η δημιουργικότητα (Chalkiadaki, 2018).

Υπάρχει κοινή συμφωνία ότι τα ρομπότ και οι δραστηριότητες ρομποτικής μπορούν να αποτελέσουν ένα πολύτιμο εργαλείο στη διδασκαλία και την μάθηση (Di Battista, Pivetti, Moro, & Menegatti, 2020). Η επιστημονική βιβλιογραφία περιλαμβάνει διάφορες μελέτες που αναφέρουν την αποτελεσματικότητα και τα οφέλη της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στη διαδικασία μάθησης τόσο των μαθητών τυπικής ανάπτυξης όσο και των μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες (Aslanoglou, Papazoglou, & Karagiannidis, 2018; Κόκκινος Θ. , Μόκα, Ξενάκης, & Παπαστεργίου, 2018; Παπάζογλου & Καραγιαννίδης, 2019; Di Battista, Pivetti, Moro, & Menegatti, 2020).

Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένα μετασχηματιστικό εργαλείο που στοχεύει στην εκμάθηση, την υπολογιστική σκέψη, την κωδικοποίηση και τη μηχανική, που όλο και περισσότερο θεωρούνται ως κρίσιμα συστατικά της μάθησης STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) στην εκπαίδευση (Κόκκινος Θ. , Μόκα, Ξενάκης, & Παπαστεργίου, 2018). Η ανάγκη επίτευξης των διδακτικών στόχων, η βελτιστοποίηση του γνωστικού αποτελέσματος και η ανάπτυξη σημαντικών και χρήσιμων δεξιοτήτων των μαθητών οδήγησε στη χρήση κατάλληλων εργαλείων λογισμικού αλλά και υλικού σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης (Χατζηπαπαδόπουλος, Λουκάτος, & Μπελεσιώτης, 2016). Σε σχέση με τα εργαλεία των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) που έχουν σχεδιαστεί για να υποστηρίζουν τη μαθησιακή διαδικασία, όπως για παράδειγμα οθόνες αφής, υπολογιστές, διαδραστικοί πίνακες και άλλα, η εκπαιδευτική ρομποτική προσφέρει μια ισχυρή συναισθηματική δέσμευση χάρη στη δημιουργία του ρομπότ και ακόμα δίνει τη δυνατότητα ανάπτυξης δεξιοτήτων ομαδικής εργασίας και επικοινωνίας, διότι οι μαθητές συχνά βιώνουν την ανάγκη συνεργασίας με άλλους με σκοπό την επίλυση των δραστηριοτήτων ρομποτικής που έχουν ανατεθεί στην ομάδα (Eguchi A. , 2015; Di Battista, Pivetti, Moro, & Menegatti, 2020).

Η χρήση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην τάξη μπορεί να είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για τη δημιουργία των συνθηκών για ένα μαθησιακό περιβάλλον που να ανταποκρίνεται στις μοναδικές ανάγκες όλων των μαθητών. Οι εκπαιδευτικοί ειδικής αγωγής για να πετύχουν την συμπερίληψη των μαθητών με ειδικές ανάγκες μπορούν να εντάξουν στη διδασκαλία τους την τεχνολογία για να γίνει η μάθηση περισσότερο ουσιαστική και διασκεδαστική. Τα εκπαιδευτικά ρομποτικά πακέτα είναι προσβάσιμα στην αγορά, γεγονός που δίνει τη δυνατότητα στους ειδικούς παιδαγωγούς να επιλέξουν το κατάλληλο ρομπότ ανάλογα με την αναπηρία (Di Battista, Pivetti, Moro, & Menegatti, 2020).

Ειδικότερα, η αξιοποίηση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής προωθεί ποικίλες δεξιότητες που σχετίζονται με το STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Μία από τις εκπαιδευτικές προοπτικές για την εκπαίδευση STEM περιλαμβάνει την προβολή των ξεχωριστών κλάδων της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών ως μία ενότητα. Ακόμη και σε αυτήν την περίπτωση, ο όρος «μονάδα» πρέπει να επεξεργαστεί και να δοθούν απαντήσεις σχετικά με τη μορφή εμπλοκής διαφορετικών επιστημολογιών και το είδος των

επιστημονικών και μηχανικών πρακτικών που πρέπει να εμπλακούν (Psycharis, Kalonrektis, & Xenakis, 2020). Ταυτόχρονα, άρχισε να αναπτύσσεται το physical computing ως προέκταση της επιστημολογίας του STEM λόγω της ανάγκης προσομοίωσης ψηφιακών αντικειμένων με αντικείμενα του πραγματικού κόσμου (Schulz & Pinkwart, 2015).

Ακόμη, υπάρχει αυξανόμενη συναίνεση ότι η υπολογιστική σκέψη πρέπει να συμπεριληφθεί στην εκπαίδευση ως ένας από τους τομείς του STEM. Ένα από τα κύρια επιχειρήματα γι' αυτήν την ενσωμάτωση είναι ότι η υπολογιστική σκέψη μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να μάθουν πώς να σκέφτονται μέσω μη δομημένων προβλημάτων, να ερμηνεύουν δεδομένα και να επικοινωνούν χρησιμοποιώντας υπολογιστές (Snodgrass, Israel, & Reese, 2016). Αν και δεν υπάρχει ευρεία συναίνεση σχετικά με την ορολογία, η υπολογιστική σκέψη (CT) γενικά χρησιμοποιείται για να περιγράψει το φάσμα των υπολογιστικών εμπειριών που περιλαμβάνουν την επίλυση προβλημάτων, το σχεδιασμό συστημάτων και την εξεύρεση λύσεων με τη σκέψη με υπολογιστικούς τρόπους (Wing J. M., Computational Thinking, 2006). Σχετικά με την ειδική αγωγή, η πλειονότητα των μαθητών με αναπηρία είναι σε θέση να ασχοληθούν με τον υπολογισμό και την υπολογιστική σκέψη με κατάλληλες υποστηρίξεις και προσβάσιμες τεχνολογίες (Snodgrass, Israel, & Reese, 2016).

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να γίνει μια σύντομη αναφορά στη δομή της παρούσας επιστημονικής εργασίας. Η συγκεκριμένη εργασία διακρίνεται σε δύο θεωρητικά μέρη, το πρώτο στο οποίο γίνεται περιγραφή στην Εκπαιδευτική Ρομποτική, την Υπολογιστική Σκέψη και το STEM και το δεύτερο μέρος το οποίο αναφέρεται στην ειδική αγωγή και εξετάζει τους τομείς του πρώτου μέρους με αντίκτυπο στην ειδική αγωγή.

Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική περιγραφή της εκπαιδευτικής ρομποτικής, αναφέροντας λεπτομερώς τα εργαλεία αυτής καθώς και την έννοια του εποικοδομισμού που αυτή εντάσσεται. Επιπλέον, στο συγκεκριμένο κεφάλαιο περιγράφονται έρευνες που έχουν χρησιμοποιήσει τη ρομποτική στην εκπαιδευτική διαδικασία, ενώ ταυτόχρονα δεν λείπει και η ανάλυση του physical computing.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται η έννοια της υπολογιστικής σκέψης καθώς και όλοι οι ορισμοί γι' αυτήν, ενώ παράλληλα αναφέρεται η έννοια της υπολογιστικής επιστήμης και πως αυτή συμβάλλει στην εκπαίδευση. Φυσικά, δεν λείπει και η αναφορά στην αξιολόγηση της υπολογιστικής σκέψης, τα οφέλη και κάποιες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στην εκπαίδευση με σκοπό την ανάπτυξη αυτής στους μαθητές.

Όσον αφορά το τρίτο κεφάλαιο, αναλύεται η εκπαίδευση STEM κάνοντας αναφορά στον αλφαριθμητισμό, την επιστημολογία και στις προσεγγίσεις. Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται ακόμα πιο διεξοδικά το *physical computing* το οποίο εστιάζει στην ανάπτυξη των χωρικών και των γνωστικών δεξιοτήτων. Σημαντική υποενότητα του κεφαλαίου είναι η λεγόμενη μηχανική μάθηση (*machine learning*), η οποία τα τελευταία χρόνια κεντρίζει όλο και περισσότερο το ερευνητικό ενδιαφέρον.

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας γίνεται αναλυτική περιγραφή στην ειδική αγωγή και στο πως αυτή συμβάλλει στην Τεχνολογία Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και πιο συγκεκριμένα πως όλοι οι τομείς τους πρώτου μέρους βοηθάνε τους μαθητές με ειδικές ανάγκες. Η ειδική αγωγή είναι ένα ευρύ φάσμα δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές. Σε αυτή την εργασία γίνεται αναφορά στις Μαθησιακές Δυσκολίες, στον Αυτισμό και στη Διάσπαση Ελλειμματικής Προσοχής – Υπερκινητικότητα (ΔΕΠΥ).

Τέλος, υπάρχει η καταληκτική ενότητα στην οποία τονίζονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, ενώ ταυτόχρονα γίνεται προσπάθεια να αναδειχθεί η συνεισφορά αυτής της εργασίας καθώς και να συζητηθούν οι περιορισμοί που παρουσιάζουν όλες οι έρευνες. Φυσικά δεν λείπουν και οι μελλοντικές προεκτάσεις, ιδέες που προτείνονται για νέες έρευνες πιο στοχευόμενες στις STEM τεχνολογίες για την ενίσχυση της ειδικής αγωγής.

Μεθοδολογία της εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο να παρουσιάζει μεγάλο μέρος της βιβλιογραφίας που σχετίζεται με την εκπαιδευτική ρομποτική, την υπολογιστική σκέψη και επιστήμη, την εκπαίδευση STEM καθώς και πως αυτοί οι τομείς μπορούν να επηρεάσουν την εκπαίδευση μαθητών με ειδικές ανάγκες. Η αναλυτική επισκόπηση της βιβλιογραφίας στοχεύει στην κατασκευή ενός ολοκληρωμένου μαθησιακού υπόβαθρου για να μπορέσει να δημιουργηθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα τόσο για τους συγκεκριμένους τομείς όσο και για την ενίσχυση της ειδικής αγωγής. Επίσης, είναι αρκετά σημαντικό μέσα από αυτήν την βιβλιογραφική ανασκόπηση να εντοπιστούν τα μαθησιακά και τα ερευνητικά κενά, προκειμένου οι ερευνητές να εστιάσουν στις αδυναμίες που έχει αυτός ο ερευνητικός κλάδος και έτσι να ανοίξουν τον δρόμο για νέες έρευνες με νέους και πιο συγκεκριμένους στόχους.

Όπως σε όλες τις επιστημονικές μελέτες, έτσι και σε αυτήν παρατίθεται η λίστα με τις βιβλιογραφικές αναφορές. Όλες αυτές οι βιβλιογραφικές αναφορές που υπάρχουν έχουν αναφερθεί ως παραπομπές μέσα σε οποιοδήποτε σημείο του κειμένου. Στη συγκεκριμένη εργασία επιλέχτηκε να γίνει η παράθεση των αναφορών με βάση τους συγκεκριμένους κανόνες που προτείνονται στο Αμερικανικό Εγχειρίδιο της Ψυχολογικής Ένωσης, το γνωστό ως APA style. Η επιλογή του συγκεκριμένου εγχειριδίου έγινε διότι σε παρόμοιες έρευνες τις περισσότερες φορές οι ερευνητές χρησιμοποιούν αυτή τη μορφή των αναφορών. Όλες οι βιβλιογραφικές αναφορές που έχουν χρησιμοποιηθεί είναι κυρίως πρόσφατες, δηλαδή αναφέρονται στην τελευταία δεκαετία. Βέβαια, σε ορισμένα σημεία έχουν χρησιμοποιηθεί και πιο παλιές αναφορές διότι αυτά τα σημεία αναφέρονται σε δεδομένα που έχουν εξαχθεί και δεν είναι υπό μελέτη, όπως για παράδειγμα ο ορισμός της υπολογιστικής σκέψης που έχει κατοχυρωθεί από την Wing. Επιπλέον, ορισμένη από τη βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε λήφθηκε από το διαδίκτυο και πιο συγκεκριμένα από τον μελετητή της google. Φυσικά χρησιμοποιήθηκαν και βιβλία και κάποιες από τις σημειώσεις από τα μαθήματα του μεταπτυχιακού προγράμματος.

Για τη συγγραφή αυτής της διπλωματικής εργασίας εξήχθησαν ορισμένες ερευνητικές υποθέσεις οι οποίες αναλύονται διεξοδικά στα αντίστοιχα κεφάλαια και προσπαθούν να απαντηθούν.

- Μπορεί η Εκπαιδευτική Ρομποτική να βοηθήσει στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα;
- Έχει τη δυνατότητα η Εκπαιδευτική Ρομποτική να βοηθήσει του μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες, ΔΕΠΥ και αυτισμό;
- Σε ποιο βαθμό μπορεί να αναπτυχθεί η Υπολογιστική Σκέψη στους τυπικής και μη τυπικής ανάπτυξης;
- Το STEM επιδρά θετικά στην εκπαίδευση;
- Με ποιον τρόπο το physical computing και η μηχανική μάθηση συνεισφέρουν στην εκπαίδευση;

1. Εκπαιδευτική Ρομποτική

1.1 Τι είναι Εκπαιδευτική Ρομποτική

Η Ρομποτική είναι ο κλάδος του αυτοματισμού που ασχολείται με τη λειτουργία, την κατασκευή και τον προγραμματισμό ενός ρομπότ. Αυτή συνδυάζει στοιχεία της τεχνητής νοημοσύνης, της ανάπτυξης του λογισμικού και της μελέτης της ανθρώπινης συμπεριφοράς (Siciliano, Sciavicco, Villani, & Oriolo, 2010). Ως ρομπότ ορίζεται μία μηχανή που είναι ικανή να φέρει εις πέρας μια σειρά από ενέργειες με τρόπο αυτόματο. Μπορεί να καθοδηγείται από μία εξωτερική μηχανή ή να την περιλαμβάνει. Ακόμη, το ρομπότ μπορεί να είναι κατασκευασμένο με ανθρώπινη μορφή, όμως χωρίς αυτό να είναι απαραίτητο (ΠΕΚαΠ, 2010).

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ) θεωρείται κομμάτι αρκετά σημαντικό των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση (Κόκκινος, Μόκα, Ξενάκης, & Παπαστεργίου, 2018). Αυτή αποτελεί ένα εργαλείο διδασκαλίας και μάθησης και μάλιστα ισχυρό, το οποίο ωθεί τους μαθητές στην εφαρμογή των ιδεών τους με πρακτικό τρόπο συνθέτοντας μια μηχανική οντότητα και κατευθύνοντάς την με ένα εύκολο, εύχρηστο και κατανοητό προγραμματιστικό περιβάλλον (Alimisis, 2009). Η ρομποτική αποτελεί μια διαθεματική δραστηριότητα, διότι βασίζεται στην Επιστήμη, την Πληροφορική, την Τεχνολογία και τα Μαθηματικά και παρουσιάζει θετικά αποτελέσματα σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες (Rogers & Portsmore, 2004). Κατά την τελευταία δεκαετία η εκπαιδευτική ρομποτική έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον τόσο των ερευνητών όσο και των εκπαιδευτικών ως ένα σημαντικό διδακτικό εργαλείο το οποίο υποστηρίζει τη μάθηση και αναπτύσσει τις κοινωνικο-γνωστικές δεξιότητες των μαθητών (Alimisis D. , 2013). Η εκπαιδευτική ρομποτική θεωρείται ως το μόνο εργαλείο μάθησης, το οποίο προσφέρει πρακτικές δραστηριότητες διασκέδασης κάνοντας το μαθησιακό περιβάλλον ελκυστικό και συνάμα τροφοδοτώντας το ενδιαφέρον και την περιέργεια των μαθητών (Eguchi, 2010; Κόκκινος, Μόκα, Ξενάκης, & Παπαστεργίου, 2018). Επίσης, αυτή εισάγεται σε πολλά περιβάλλοντα μάθησης ως εργαλείο διδασκαλίας και μάθησης και βοηθά τους μαθητές στην ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου, στη δημιουργία πολλαπλών αναπαραστάσεων κατανόησης του γνωστικού αντικείμενου, στην επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ των μαθητών και τέλος στη

βελτίωση και ανάπτυξη της μάθησης, επιλύοντας σύνθετα αυθεντικά προβλήματα (Blanchard, Freiman, & Lirrete-Pitre, 2010; Gura, 2007).

Με την εκπαιδευτική ρομποτική οι μαθητές μπορούν να εφαρμόσουν τις ιδέες τους, να αναστοχαστούν και να παρατηρήσουν τα αποτελέσματα της εφαρμογής τους (Druin & Hendler, 2000). Η εφαρμογή των ιδεών τους γίνεται με τη χρήση του ρομπότ, το οποίο αποτελεί ένα σημαντικό εποπτικό μέσο και εργαλείο με σκοπό την ανάπτυξη των γνωστικών δομών των μαθητών. Οι μαθητές, πραγματοποιώντας δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής, εμπλέκονται σε δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων που απορρέουν από τον πραγματικό κόσμο, εξασφαλίζοντας την οικοδόμηση της γνώσης πιο αποτελεσματικά (Turbak & Berg, 2002), ενώ ταυτόχρονα ενισχύεται και η δημιουργικότητά τους (Druin & Hendler, 2000). Ακόμη, με τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής οι μαθητές αποκτούν κοινωνικές δεξιότητες, αλλά και δεξιότητες σχεδιασμού και επικοινωνίας (Aslanoglou, Papazoglou, & Karagiannidis, 2018; Johnson, 2003). Οι δραστηριότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής προωθούν την μαθητοκεντρική μάθηση, δηλαδή τη μάθηση στην οποία ο μαθητής έχει τον κυρίαρχο ρόλο και ο δάσκαλος είναι απλώς διευκολυντής της μάθησης. Αυτό συμβαίνει διότι οι μαθητές εστιάζουν γύρω από την έρευνα και την ανάλυση ενός σύνθετου προβλήματος του πραγματικού κόσμου (Torp & Sage, 2002). Βέβαια είναι σημαντικός και ο ρόλος του παιχνιδιού που εμπεριέχει η ρομποτική. Το παιχνίδι σε αυτήν την περίπτωση αποτελεί θετικό κίνητρο για τους μαθητές, κυρίως της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Atmatzidou, Markelis, & Demetriadis, 2008).

Συνολικά, οι δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής με τη χρήση και τον προγραμματισμό ρομπότ καλλιεργούν ένα θετικό περιβάλλον μάθησης (Dagdilelis, Sartatzemi, & Kagani, 2005), το οποίο παρέχει:

- ένα ιδανικό περιβάλλον πειραματισμού και αναζήτησης τόσο από τους μαθητές όσο και από τον εκπαιδευτικό (Druin & Hendler, 2000),
- άμεση ανατροφοδότηση για την πορεία επίλυσης των προβλημάτων (Alimisis, 2013),
- τη δυνατότητα εξοικείωσης με τα νέα υλικά και τις καινούριες μεθόδους (Eguchi, 2010),
- τη δυνατότητα ανάπτυξης σύνθετων νοητικών δεξιοτήτων, κριτικής σκέψης, κοινωνικές δεξιότητες και δεξιότητες επικοινωνίας, συνεργασίας και

καινοτομίας (Johnson, 2003; Αναγνωστάκης, Μαργετουσάκη, & Μιχαηλίδης, 2008),

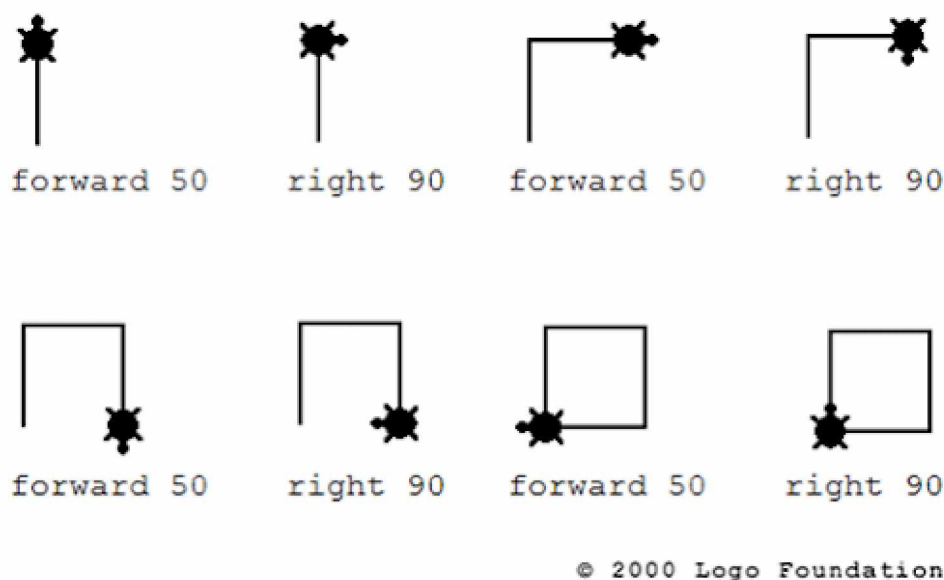
- ο την ενεργό συμμετοχή όλων των μαθητών (Atmatzidou, Markelis, & Demetriadis, 2008),
- ο την υποστήριξη για τη διδασκαλία βασικών δομών προγραμματισμού (Ράπτης & Ράπτη, 2014),
- ο τη υποστήριξη για τη διδασκαλία διαφόρων γνωστικών πεδίων, όπως τα Μαθηματικά, ο Προγραμματισμός, η Τεχνολογία, η Φυσική, η Ιστορία κ.ά. (Aslanoglou, Papazoglou, & Karagiannidis, 2018).

1.2 Ιστορική Αναδρομή – Θεωρητικό Υπόβαθρο ΕΡ

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική έκανε την εμφάνισή της για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1960 όταν ο Seymour Papert αναφέρθηκε στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών για παιδιά (Papert, 1980). Ο Papert εισηγείται τη γλώσσα προγραμματισμού Logo για την ανάπτυξη τη σκέψης και των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων (problem solving skills) στα παιδιά (Δημητριάδης, 2015). Η Logo δημιουργείται το 1967 από την ομάδα των Feurzeig, Bobrow, Grant, Solomon και Papert και ο στόχος αυτής της γλώσσας προγραμματισμού ήταν η κατασκευή ενός προγραμματιστικού περιβάλλοντος στο οποίο τα παιδιά θα μπορούν να παίζουν με λέξεις και προτάσεις και ταυτόχρονα θα χειρίζονται προγραμματιστικά αντικείμενα όπως είναι η χελώνα (Limbos, 1999; Δημητριάδης, 2015). Αυτές οι επιδαπέδιες χελώνες (εικόνα 1) μπορούσαν να προγραμματίζονται με τη βοήθεια ενός ενσωματωμένου πληκτρολογίου και με αυτόν τον τρόπο προωθούσαν την εκπαίδευση. Επίσης αυτές απευθύνονται σε παιδιά μικρής ηλικίας δημιουργώντας την αφετηρία των Logo-like περιβαλλόντων (Limbos, 1999).

Στο κλασσικό περιβάλλον της Logo τα παιδιά προγραμματίζουν τη συμπεριφορά της χελώνας (εικόνα 1) και αυτό ενεργοποιεί στους μαθητές τις γνωστικές τους διεργασίες για εμβάθυνση και κατανόηση του γνωστικού αντικειμένου αλλά και την ανάπτυξη της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων (Δημητριάδης, 2015). Συνεπώς, οι μαθητές μεταβαίνουν από την τυπική και συνηθισμένη εμπειρία «μαθαίνω για να προγραμματίσω (learn to code) σε εκείνη του «προγραμματίζω για να μαθαίνω» (code to learn) (Resnick M. , 1993). Οι σύγχρονες «χελώνες» ή αλλιώς ρομπότ, διότι έχουν την μορφή ρομπότ, συνδέονται με αισθητήρες και κινητήρες και έτσι έχουν την ικανότητα να προσομοιώνουν συμπεριφορές και να εκτελέσουν έργα με ιδιαίτερη

επιτυχία. Ταυτόχρονα συνδυάζουν φυσικά αντικείμενα και αντίστοιχα εικονικά περιβάλλοντα μέσα από τα οποία ελέγχονται.



Εικόνα 1. Προγραμματισμός χελώνας Logo (Δημητριάδης, 2015)

Η προσπάθειά του Papert συνεχίστηκε το 1980 από τον καθηγητή Mitchel Resnick ο οποίος εστίασε στη σύνδεση που υπάρχει ανάμεσα στον υπολογιστή με το παιχνίδι και τη μάθηση (Resnick M. , 1993). Η δημιουργία των πρώτων προϊόντων εκπαιδευτικής ρομποτικής για παιδιά ξεκίνησαν το 1985 χάρη στη συνεργασία της εταιρίας LEGO με το Media Lab του MIT. Απόρροια αυτής της συνεργασίας ήταν η δημιουργία του πρώτου εκπαιδευτικού ρομπότ, του 'LEGO TECHIC Control' το 1988. Το συγκεκριμένο ρομπότ με το Interface (διεπαφή) μπορεί να ελέγχει κινητήρες και αισθητήρες μέσω μιας γλώσσας προγραμματισμού (LEGO Lines, Logo) (Κόκκινος, Μόκα, Ξενάκης, & Παπαστεργίου, 2018). Έπειτα από μία έρευνα που διεξήχθη στο MIT εμφανίστηκαν νέα ανοιχτά συστήματα αυτοματισμού τα οποία προγραμματίζονταν με γλώσσα παρόμοια της Logo και ήταν σταθερά συνδεδεμένα στον υπολογιστή καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας τους (Alimisis D. , 2013). Την ίδια περίοδο η LEGO παρουσιάζει το 'LEGO Mindstorms Robotic Invention System, το οποίο πήρε το όνομά του από το βιβλίο του Papert (Κόκκινος, Μόκα, Ξενάκης, & Παπαστεργίου, 2018). Έτσι, στα εργαστήρια του MIT σε συνεργασία με τη Lego κατασκευάστηκε ο πρώτος κύβος 'RCX/NTX' ο οποίος υπήρχε στο προαναφερθέν ρομπότ και αυτός προγραμματιζόταν και μπορούσε να λειτουργεί αυτόνομα. Αυτό γινόταν επειδή διέθετε ένα μικροεπεξεργαστή που επέτρεπε την αποθήκευση του

προγράμματος και τον έλεγχο των αισθητήρων και των μηχανών (Alimisis D. , 2013). Αργότερα, κατασκευάστηκαν μικρότερες συσκευές που είχαν και αυτές ενσωματωμένους αισθητήρες και μικροεπεξεργαστές. Αυτές αποτελούνταν από μικρά τούβλα, μπάλες, χάντρες και άλλα, τα οποία συνδυάζοντάς τα μπορούσαν να πραγματοποιήσουν συγκεκριμένες ενέργειες και να ενταχτούν σε πολλά καθημερινά χρηστικά αντικείμενα (Resnick M. , 1993; Turbak & Berg, 2002). Στη δεκαετία του 2000 δημιουργήθηκαν πάρα πολλά κατασκευαστικά ρομποτικά εργαλεία, όπως το LEGO Mindstorms NXT, Arduino, Crickets και άλλα, με περισσότερο βελτιωμένα σχέδια και τα οποία αφορούν εύρος ηλικιών (Altin & Pedaste, 2013). Από τότε μέχρι σήμερα υπάρχουν πάρα πολλά ρομποτικά πακέτα χαμηλού κόστους, τα οποία χρησιμοποιούνται σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Αυτό οφείλεται σε εταιρίες όπως η Cytron Technologies η οποία έκανε επιδρομές για να εισχωρήσει η ρομποτική στα σχολεία και έτσι να είναι προσιτή ακόμα και σε μικρά παιδιά τα οποία δεν έχουν τις δεξιότητες προγραμματισμού (Κόκκινος, Μόκα, Ξενάκης, & Παπαστεργίου, 2018).

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το 2000 αναφέρθηκε από τους Hiltunen και Jarvinen ότι όταν οι μαθητές ασχολούνται με αντικείμενα τα οποία έχουν κάποιο νόημα για τους ίδιους αποκτούν κίνητρα και έτσι δρουν ως πραγματικοί επιστήμονες και εφευρέτες. Με αυτόν τον τρόπο έρχονται σε πιο άμεση επαφή με το γνωστικό αντικείμενο το οποίο διδάσκονται. Ακριβώς έτσι δρα και η εκπαιδευτική ρομποτική και αυτός είναι και ο στόχος της, δηλαδή οι μαθητές να γίνονται πραγματικοί επιστήμονες και να συμμετέχουν στη μάθηση δημιουργικά και πρακτικά (Hiltunen & Jarvinen, 2000). Λίγα χρόνια αργότερα οι Resnick και Silverman (2005) αναφέρθηκαν στις αρχές της εκπαιδευτικής ρομποτικής τονίζοντας ότι πρόκειται για μια δραστηριότητα με «χαμηλό πάτωμα, υψηλό ταβάνι και ευρείς τοίχους». Με αυτή την φράση οι ερευνητές ήθελαν να τονίσουν ότι οι αρχάριοι μπορούν εύκολα να ξεκινήσουν και να καταπιαστούν με αυτήν (χαμηλό πάτωμα), οι πιο έμπειροι χρήστες και οι ειδικοί έχουν την δυνατότητα να δημιουργήσουν πιο σύνθετα και εξελιγμένα πράγματα (υψηλό ταβάνι) και τέλος όλοι οι χρήστες μπορούν να εξερευνήσουν την ρομποτική προς πάρα πολλές κατευθύνσεις, επιστημονικά πεδία ή ενδιαφέροντα (ευρείς τοίχοι) (Resnick & Silverman, 2005).

1.3 Εποικοδομισμός

Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί πως η εκπαιδευτική ρομποτική πηγάζει από τις κονστρουκτιβιστικές (constructivist) θεωρίες του Jean Piaget. Στην ελληνική γλώσσα ο όρος «constructionism» έχει αποδοθεί με τον όρο «κατασκευαστικός εποικοδομισμός» (Δημητριάδης, 2015). Ο Piaget υποστηρίζει ότι η μάθηση για τον άνθρωπο είναι μια ενεργητική διαδικασία κατασκευής της γνώσης που βασίζεται στις εμπειρίες και συνεπώς δεν είναι αποτέλεσμα μετάδοσης της γνώσης (Κόκκινος, Μόκα, Ξενάκης, & Παπαστεργίου, 2018). Σύμφωνα με τον όρο αυτό, η γνώση οικοδομείται από το άτομο το οποίο αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του και μέσα από τις εμπειρίες που λαμβάνει, προσπαθεί να τα εντάξει στο γνωστικό δυναμικό του (Eguchi A. , 2017). Δηλαδή, οι άνθρωποι έρχονται σε επαφή με απτά αντικείμενα του περιβάλλοντός τους, αλληλεπιδρούν με αυτά, εφαρμόζουν τις ιδέες και τις σκέψεις τους και με αυτόν τον τρόπο κατακτούν αποτελεσματικά την γνώση (Sullivan, Strawhacker, & Bers, 2017).

Επίσης, ο Seymour Papert, ήταν αυτός που εισήγαγε και τη γλώσσα προγραμματισμού Logo (Papert, 1980). Ο Papert αξιοποίησε την επιστημολογική θεωρία του Piaget για να δημιουργήσει το δικό του μοντέλο μάθησης (Eguchi A. , 2017). Έτσι, συνέχισε την θεωρία του εποικοδομισμού (constructivism) επεκτείνοντάς την και αναφέροντας ότι η μάθηση επιτυγχάνεται όταν οι μαθητές κατασκευάζουν αντικείμενα τα οποία έχουν νόημα γι' αυτούς. Αυτά τα αντικείμενα μπορούν να τα διαμοιράσουν μεταξύ τους, ενισχύοντας με αυτόν τον τρόπο την κοινωνική αλληλεπίδραση (Δημητριάδης, 2015). Σύμφωνα με τον Papert, η κεντρική ιδέα του κονστρουκτιβισμού είναι ότι οι μαθητές χτίζοντας εξωτερικές αναπαραστάσεις και κατασκευάζοντας φυσικές ή εικονικές οντότητες που μπορούν να προβληματιστούν, επεξεργαστούν και να μοιραστούν, δημιουργούνται γνωστικές δομές στο μυαλό τους (Noss & Hoyles, 2017). Ακόμη, υποστηρίζει ότι τα συναισθήματα τα οποία δημιουργούνται στα παιδιά κατά τη διάρκεια της κατασκευής και των συζητήσεων μεταξύ τους, οξύνουν τις ιδέες τους και προωθούν με αυτόν τον τρόπο την μάθηση (Eguchi A. , 2017).

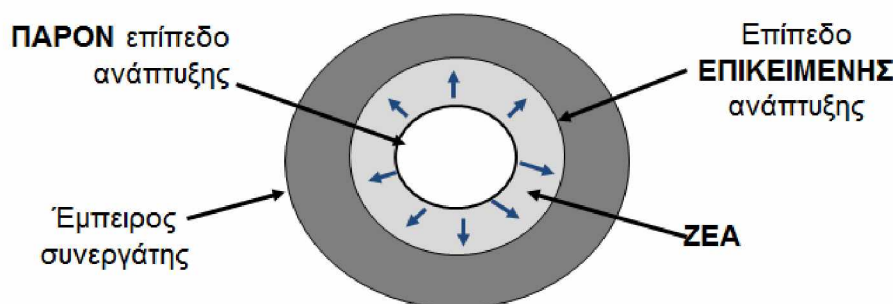
Ο κατασκευαστικός εποικοδομισμός σημειώνει τη σημασία της κατασκευής των αντικειμένων στη μάθηση με την καθοδήγηση του κατασκευαστή με στόχο την προώθηση της δημιουργικότητας και της επινοητικότητας του κάθε παιδιού (Lewis, 2015). Ο κλασικός εποικοδομισμός σε σύγκριση με τον κατασκευαστικό

εποικοδομισμό δίνει έμφαση στον προσδιορισμό των κατάλληλων υλικών και των διδακτικών στρατηγικών έτσι ώστε να ενθαρρυνθούν τα παιδιά μέσα από τις κατασκευές τους (Eguchi A. , 2017). Οι υποστηρικτές του κατασκευαστικού εποικοδομισμού στοχεύουν στη δημιουργία περιβάλλοντος στο οποίο τα παιδιά παίζουν και χειρίζονται αντικείμενα (Papert & Harel, 1991). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι μαθητές να οδηγούνται σε σκέψη σχετικά με αυτό που έχουν κατασκευάσει, να ανταλλάσσουν τις απόψεις τους και να κάνουν ένα εποικοδομητικό διάλογο (Κυριακού & Φαχαντίδης, 2012). Επομένως, η θεωρητική προσέγγιση του κατασκευαστικού εποικοδομισμού είναι η σύνδεση μεταξύ της προσέγγισης του κλασσικού εποικοδομισμού και της προσέγγισης της εμπειρικής μάθησης (Eguchi A. , 2017).

Ο στόχος του κονστρουκτιονισμού είναι οι μαθητές να μάθουν με πιο αποτελεσματικό και πρακτικό τρόπο, δίνοντάς τους κατάλληλα πράγματα για την επίτευξη της γνώσης και της μάθησης (Kafai & Resnick, 1996). Σ' αυτό το πλαίσιο υιοθετείται μία κοινωνικο-εποικοδομητική θεωρία (social constructivist), σύμφωνα με την οποία η μάθηση είναι μία κοινωνικοποιημένη διαδικασία καθώς λαμβάνει χώρα σ' ένα κοινωνικό περίγυρο. Κύριος εκπρόσωπος αυτής της θεωρία είναι ο Vygotsky (Christensen & Knezek, 2015). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η μάθηση με τη χρήση της ρομποτικής να έχει θετικές επιπτώσεις τόσο στον συναισθηματικό όσο και στον κοινωνικό τομέα (Κόκκινος, Μόκα, Ξενάκης, & Παπαστεργίου, 2018). Ο Vygotsky με τις ιδέες του και τις θεωρίες του συνέβαλε στον μετασχηματισμό των θεωριών μάθησης στον τομέα της εκπαίδευσης και της έρευνας (Martinez, 2017). Επιπλέον, υποστηρίζει τη μάθηση η οποία λαμβάνει χώρα σε συνεργατικά περιβάλλοντα με την ταυτόχρονη υλοποίηση δραστηριοτήτων και την ανάδειξη της κοινωνικής φύσης της μάθησης (Δημητριάδης, 2015). Η ανάπτυξη των ανώτερων γνωστικών λειτουργιών επιτυγχάνεται μέσω της αλληλεπίδρασης με τους ενήλικους, οι οποίοι καθοδηγούν ενεργά τα άλλα άτομα ώστε να κατακτήσουν τις γνώσεις. Δηλαδή οι εκπαιδευόμενοι δεσμεύονται ουσιαστικά στη ζώνη της εγγύτερης ανάπτυξης (Leonard & Hillstrom, 2016).

Όσον αφορά τη ζώνη της εγγύτερης ανάπτυξης (εικόνα 2), πρόκειται για την βασική αρχή της κοινωνικοπολιτισμικής θεωρίας. Συμβολίζει το ανώτατο σημείο στο οποίο μπορεί να φτάσει το παιδί είτε μόνο του είτε με την καθοδήγηση ενός ενήλικα ή και με την υποστήριξη και αλληλεπίδραση με κάποιον συνομήλικο. Η ζώνη αυτή

μεταβάλλεται ανάλογα με τις δεξιότητες που κατακτά κάποιο παιδί. Ο Vygotsky υποστήριζε ότι το παιδί δρα μέσα στη ζώνη όταν αλληλεπιδρά με τους συνομηλίκους του (Τζουριάδου, 2011). Ο ρόλος που έχει ο εκπαιδευτικός είναι καθοδηγητικός και άρα διδακτικά σημαντικός (Martinez, 2017).



Εικόνα 2. Η ζώνη επικείμενης ανάπτυξης με σχηματικό τρόπο (Δημητριάδης, 2015)

Η εκπαιδευτική ρομποτική στοχεύει στην ανάπτυξη υψηλών νοητικών δομών και δεξιοτήτων, τα οποία έχουν σχέση με την οικοδόμηση της νέας γνώσης, την επίλυση προβλημάτων και τη συνεργασία. Αυτό επιτυγχάνεται διότι η ΕΡ έχει τις βάσεις της στις θεωρίες του εποικοδομισμού του Piaget, του κονστραξιονισμού του Papert και της κοινωνικο-πολιτισμικής θεώρησης του Vygotsky (Gura, 2007; Blanchard, Freiman, & Lirrete-Pitre, 2010). Τέλος, είναι αξιοσημείωτο πως τα εργαλεία της ΕΡ συνδυάζονται με τις θεωρίες μάθησης που προαναφέρθηκαν και ο ρόλος του εκπαιδευτικού σε όλη τη διαδικασία μάθησης είναι συντονιστικός και καθοδηγητικός, δίνοντας στους μαθητές ευκαιρίες να πειραματιστούν και να αλληλεπιδράσουν, αναζητώντας αποτελεσματικότερες λύσεις σε προβλήματα του πραγματικού κόσμου (Alimisis D. , 2013; Breuch & Fislake, 2017).

1.4 Εργαλεία Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Όπως επισημάνθηκε, κύριο εργαλείο της ΕΡ είναι το προγραμματιζόμενο ρομπότ (Williams, Ma, Prejean, Ford, & Guolin, 2007). Έχει προαναφερθεί ότι τη δεκαετία του 1970 η ομάδα του Papert κατασκεύασαν τις επιδαπέδιες χελώνες, όπου η πρώτη ήταν η χελώνα Logo (εικόνα 1). Η εδραίωση της Logo διήρκεσε περίπου από τα μέσα της δεκαετίας του '80 μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του '90 και έτσι προέκυψε η ανάγκη για τη δημιουργία παραπλήσιων αλλά πιο πλούσιων, από παιδαγωγικής άποψης, εργαλείων, τα οποία με τη σειρά τους έφεραν νέες μορφές αλληλεπίδρασης με ψηφιακό και απτικό υλικό (Kynigos, 1992; Σολομωνίδου, 2012).

Βαθμιαία και με την εξέλιξη της τεχνολογίας και τη μείωση του κόστους της προέκυψαν εργαλεία ρομποτικής και τα οποία διακρίνονται σε ορισμένες κατηγορίες. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν τα ρομποτικά κιτ τα οποία διαθέτουν κατασκευαστικά μέρη καθώς και τη διαδικασία του προγραμματισμού χρησιμοποιώντας λογισμικό με εντολές που έχουν την μορφή εικόνων (blocks) σε περιβάλλον υπολογιστή. Τέτοια ρομποτικά κιτ είναι τα Lego Wedo και τα Lego Mindstorms / EV3. Στη δεύτερη κατηγορία κατατάσσονται οι περιηγητές εδάφους οι οποίοι διαθέτουν ενσωματωμένα πλήκτρα για να προγραμματίζεται η συμπεριφορά τους, όπως για παράδειγμα το ρομπότ Bee-Bot, το Robot Mouse και το ρομπότ Meet Edison. Στην επόμενη κατηγορία ανήκουν τα περιβάλλοντα σύνθεσης αλγορίθμων, οπτικού προγραμματισμού και ψευδοκώδικα σε αποκλειστικά ψηφιακό περιβάλλον, όπως το Scratch. Ακολουθούν τα κιτ απτικού προγραμματισμού όπου γίνεται χρήση του ψευδοκώδικα με απτικά μέρη και το αποτέλεσμα αναπαρίσταται τόσο στο πραγματικό περιβάλλον όσο και σε περιβάλλον λογισμικού. Τέλος, υπάρχουν και τα κιτ τα οποία αποτελούνται από ηλεκτρονικά εξαρτήματα, μικροεπεξεργαστές και αισθητήρες και η σύνθεσή τους επιτρέπει τον προγραμματισμό με τη χρήση γλωσσών προγραμματισμού όπως η Python, η C++ και άλλες. Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το Arduino, το Microbit και άλλα.

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα ρομποτικά κιτ που διαθέτουν κατασκευαστικά μέρη χρησιμοποιώντας λογισμικό με κώδικα. Αρκετά δημοφιλή, είναι τα ρομποτικά πακέτα της Lego. Αυτά είναι τα Lego Wedo 2.0 (εικόνα 3) και τα Lego Mindstorms / EV3 (εικόνα 4, 5). Τα πρώτα απευθύνονται σε μαθητές Δημοτικού και πιο συγκεκριμένα στις πρώτες τάξεις κυρίως, ενώ τα δεύτερα απευθύνονται σε μαθητές Δημοτικού από την Τρίτη τάξη μέχρι και το γυμνάσιο ακόμα και λύκειο. Τα δύο αυτά πακέτα περιλαμβάνουν μικροεπεξεργαστές, κινητήρες, αισθητήρες και με τη βοήθεια του κατασκευαστικού υλικού, όπως είναι τα τουβλάκια, οι μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν ρομποτικές κατασκευές. Τα κιτ αυτά επιτρέπουν στα παιδιά να δημιουργήσουν κατασκευές, οι οποίες λειτουργούν χάρη στους αισθητήρες και τους επεξεργαστές τους, αλλά και να ορίσουν τις συμπεριφορές της κατασκευής μέσω του προγραμματισμού και της διασύνδεσης με τον υπολογιστή. Και στα δύο αυτά ρομποτικά πακέτα γίνεται η χρήση ειδικού λογισμικού, μορφής ψευδοκώδικα, που βασίζεται σε εντολές με εικόνες (icon orientated software) και οι οποίες συνδέονται με την διαδικασία «σύρσιμο και απόθεση» (drag 'n drop). Να σημειωθεί πως αυτά τα

ρομποτικά κατασκευαστικά κιτ (construction kit) διαθέτουν χαμηλό κόστος και όπως συνεπάγεται από τα προαναφερόμενα έχουν χαμηλό κόστος.



Εικόνα 3. Ρομποτικό πακέτο Lego Wedo 2.0 (Papadakis, 2021)

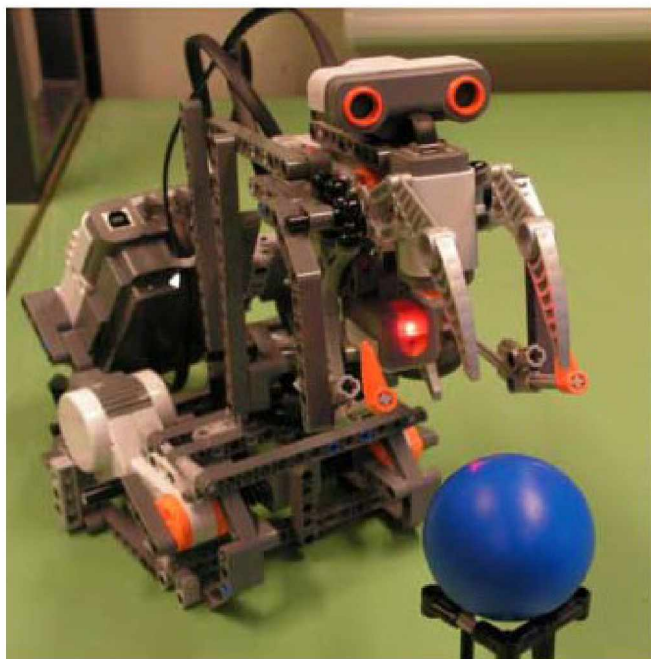


Εικόνα 4. Lego Mindstorms NXT (Cruz-Martín, et al., 2012)

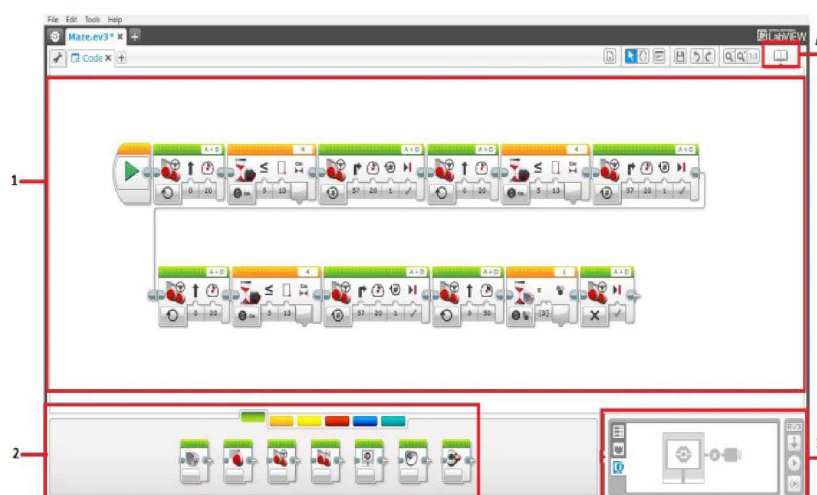


Εικόνα 5. Υλικό του Lego Mindstorms NXT: πέντε αισθητήρες (φωτός, ήχου, υπερήχων, αφής), τρεις σερβοκινητήρες και το ρομπότ (Behrens, et al., 2010)

Τα Lego Mindstorms NXT μπορούν να ενταχθούν στην εκπαίδευση ενισχύοντας δεξιότητες στην Μηχανική, στα Μαθηματικά, τη Φυσική και την Τεχνολογία. Κατασκευάζοντας το ρομπότ (εικόνα 6) παρακινούνται οι μαθητές να μεταφέρουν τις μαθηματικές τους μεθόδους σε εφαρμογές ρομπότ μέσω της ανάπτυξης αλγορίθμου και προγραμματισμού. Σχετικά με το περιβάλλον προγραμματισμού EV3 (εικόνα 7), αυτό αποτελείται από τέσσερις περιοχές, την προγραμματιστική περιοχή, τα προγραμματιστικά εικονίδια, την επικοινωνία του εγκεφάλου EV3 με το πρόγραμμα όπου φαίνονται οι αισθητήρες και οι κινητήρες που έχουν συνδεθεί και τέλος ένα ψηφιακό βιβλίο που είναι ενσωματωμένο στο λογισμικό (Ξενάκης, Καλοβρέκτης, & Παπαστεργίου, 2019). Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές βελτιώνονται γνωστικά αλλά και αναπτύσσονται τα κίνητρά τους για την συμμετοχή τους στη μαθησιακή διαδικασία (Behrens, και συν., 2010).



Εικόνα 6. Ρομπότ με Lego Mindstorms (Behrens, et al., 2010)



Εικόνα 7. Περιβάλλον προγραμματισμού Lego EV3 και παράδειγμα οπτικού κώδικα (Ξενάκης, Καλοβρέκτης, & Παπαστεργίου, 2019)

Σχετικά με τους περιηγητές εδάφους, πρόκειται για συσκευές που κινούνται στο έδαφος. Η κίνηση αυτών εξαρτάται από τις εντολές που θα δώσει ο χρήστης από τα ενσωματωμένα πλήκτρα τους, καθώς και τον απλό συμβολισμό τους που αυτά διαθέτουν. Γι' αυτόν τον λόγο μπορούν να προγραμματιστούν εύκολα και να χρησιμοποιηθούν από πολύ μικρές ηλικίες. Τέτοια επιδαπέδια ρομπότ είναι το Bee Bot, το Robot Mouse και το ρομπότ Meet Edison.

Σχετικά με το ρομπότ Bee Bot (εικόνα 8) είναι το πιο συνηθισμένο ρομπότ με το οποίο έρχονται σε επαφή τα παιδιά από την προσχολική ηλικία μέχρι την Α΄ Δημοτικού. Το συγκεκριμένο ρομπότ είναι πολύ βασικό όσον αφορά την απλότητα και την χρήση του, καθώς δεν διαθέτει αισθητήρες (Strawhacker & Bers, 2015). Η αλληλεπίδραση με το ρομπότ γίνεται με τη χρήση μέσω των κουμπιών που βρίσκονται πάνω στο ίδιο το ρομπότ. Πατώντας μια ακολουθία οδηγιών, το ρομπότ τις αποθηκεύει με διαδοχικό τρόπο μέχρι να πατηθεί το κουμπί “GO” όπου και θα τις εκτελέσει. χρησιμοποιείται με υλικά, όπως μακέτα και διάφορες κατασκευές, εντάσσοντάς το σε ένα οργανωμένο project ή σε συνδυασμό με άλλες κατασκευές για τη διδασκαλία κάποιου μαθήματος (Diago, Arnau, & González-Calero, 2018). Στη διδακτική πράξη το ρομπότ βοηθάει στην εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού και στη διδασκαλία των προμαθηματικών εννοιών, όπως προσανατολισμός, σχήματα, λεπτή κινητικότητα και αριθμούς. Σχετικά με την ένταξη στα διαθεματικά project μπορεί να γίνει για παράδειγμα η διδασκαλία της κυκλοφοριακής αγωγής, της ιστορίας και πιο συγκεκριμένα της μυθολογίας και της γλώσσας με την εκμάθηση των γραμμάτων. Επομένως, το συγκεκριμένο ρομπότ για την προσχολική ηλικία συμβάλει στη βιωματική μάθηση και με παιγνιώδη τρόπο, καθώς και στη συνεργασία και την ψυχαγωγία των μαθητών (Janka, 2008).



Εικόνα 8. Ρομπότ Bee Bot (Papadakis, 2021)

Όσον αφορά το Robot Mouse (εικόνα 9), επίσης έχει τα παρόμοια χαρακτηριστικά με το ρομπότ Bee Bot, καθώς και αυτό περιέχει τα πλήκτρα κατεύθυνσης αλλά και η χρήση του είναι ακριβώς ίδια. Το Robot Mouse μπορεί και αυτό να χρησιμοποιηθεί σε διαθεματικά project αλλά και για τη διδασκαλία προμαθηματικών και άλλων δεξιοτήτων.



Εικόνα 9. Ρομπότ Mouse (Papadakis, 2021)

Σχετικά με το ρομπότ Meet Edison (εικόνα 10), αυτό χρησιμοποιείται σε μικρές ηλικίες, από προσχολική εκπαίδευση μέχρι και τις τάξεις του δημοτικού, και περιλαμβάνει ενσωματωμένους αισθητήρες, φώτα και ήχους, ενώ έχει την δυνατότητα να ακολουθεί γραμμές και να αποφεύγει εμπόδια. Το συγκεκριμένο ρομπότ χρησιμοποιεί λογισμικό EdBlocks που διαθέτει οπτικό προγραμματισμό.

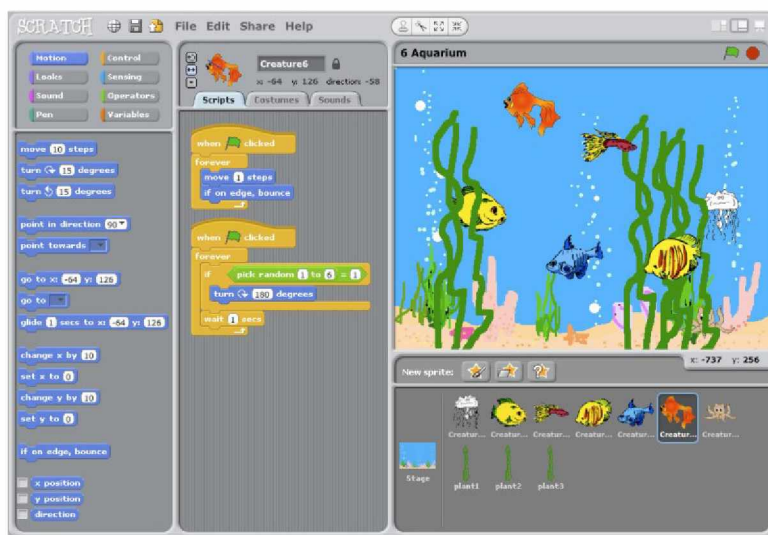


Εικόνα 10. Ρομπότ Meet Edison (Papadakis, 2021)

Όσον αφορά τα περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού που αποτελούν και αυτά κατηγορία των εργαλείων της εκπαιδευτικής ρομποτικής, αξίζει να αναφερθεί ότι η έννοια του μικρόκοσμου (microworld) ξεκίνησε από τον Papert (1980), ο οποίος εισήγαγε για πρώτη φορά τον όρο αυτό στο βιβλίο του «Νοητικές Θύελλες». Ο μικρόκοσμος νοείται ως ένα σύνθετο περιβάλλον διεπαφής στον οθόνη του υπολογιστή και στο οποίο τα παιδιά εξερευνούν ιδέες.

Με την εξέλιξη της γλώσσας Logo αλλά και με την εμφάνιση παρόμοιων γλωσσών προγραμματισμού που δημιουργήθηκαν με το πέρασμα των χρόνων βασιζόμενες σε αυτήν, άρχισαν να αναπτύσσονται μοντέρνα λογισμικά εμπλουτίζοντας τη γλώσσα

Logo με πολυμεσικά εργαλεία. Έτσι, προέκυψε η γλώσσα Scratch, μια εκπαιδευτική γλώσσα οπτικού προγραμματισμού που αντλεί πολλά στοιχεία από τη φιλοσοφία της Logo. Η γλώσσα Scratch (εικόνα 11) απευθύνεται σε ηλικίες 6 – 16 χρονών και υποστηρίζει τη δημιουργία διαδραστικών ιστοριών, παιχνιδιών και animations. Βέβαια για τις μικρές ηλικίες υπάρχει και το Scratch Junior. Η λειτουργία της Scratch είναι απλή, διότι υπάρχουν πάλι εικονοεντολές και οι χρήστες προσπαθούν να τις συνδυάσουν για να δημιουργήσουν εκτελέσιμα προγράμματα. Ένα από τα στοιχεία που βοηθά στην εξάπλωση της Scratch σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης είναι το γεγονός ότι δεν απαιτείται ιδιαίτερος τεχνικός εξοπλισμός, διατίθεται δωρεάν, ενώ ταυτόχρονα εξελίσσεται και υποστηρίζεται από μεγάλη κοινότητα εκπαιδευτικών και μαθητών (Maloney, Resnick, Rusk, Silverman, & Eastmond, 2010).



Εικόνα 11. Το περιβάλλον εργασίας του Scratch (Maloney, Resnick, Rusk, Silverman, & Eastmond, 2010)

Στην τέταρτη κατηγορία που ανήκουν τα κιτ απτικού προγραμματισμού, πρόκειται για γλώσσες απτικού προγραμματισμού οι οποίες αποτελούν ένα είδος χειραπτικής εφαρμογής της γλώσσας Logo. Έτσι, οι μικρότεροι μαθητές μπορούν να ασχοληθούν με τις βασικές έννοιες του προγραμματισμού χωρίς τη χρήση του υπολογιστή και γενικά χωρίς να βρίσκονται σε ψηφιακό περιβάλλον. Στον απτικό προγραμματισμό χρησιμοποιείται είτε κώδικας είτε εντολές με τη μορφή εικόνων και έτσι ο χρήστης προγραμματίζει την κατασκευή με πλήκτρα ή χρησιμοποιώντας σύμβολα και πραγματικά και ειδικά διαμορφωμένα αντικείμενα του φυσικού κόσμου. Αυτά αναπαριστούν τον παραδοσιακό κώδικα σε πραγματικές συνθήκες (Wyeth & Purchase, 2002; Horn & Jacob, 2007).

Σύμφωνα με τις πιο πρόσφατες έρευνες (Mayerová, Kubincová, & Veselovská, 2019), τα εργαλεία της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες, τα προγραμματιζόμενα ρομποτικά παιχνίδια, κατασκευαστικά – συναρμολογούμενα πακέτα και οι ψηφιακές εφαρμογές. Να σημειωθεί πως στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι περιηγητές εδάφους, που ήδη αναφέρθηκαν παραπάνω, και οι οποίοι απευθύνονται κατά κύριο λόγο σε μαθητές προσχολικής ηλικίας. Τα ρομποτικά πακέτα που ανήκουν στη δεύτερη κατηγορία εισάγουν τους μαθητές στις έννοιες της Ρομποτικής, του Προγραμματισμού αλλά και στις Θετικές επιστήμες, όπως είναι η Μηχανική, τα Μαθηματικά, η Φυσική και η Τεχνολογία.

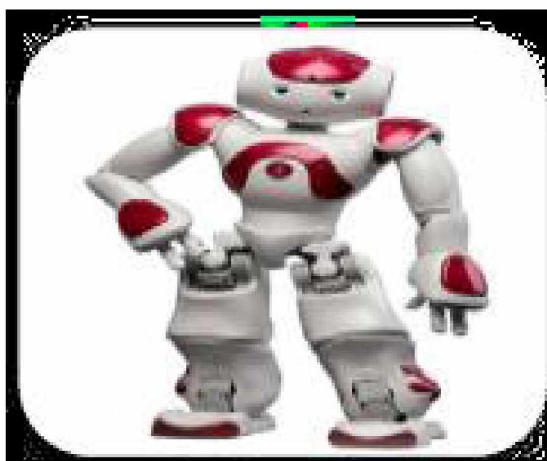
Είναι απαραίτητο να επισημανθεί ότι ένα κομμάτι της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής συνδέεται και με συναρμολογούμενα μικρο-ρομπότ (ανθρωποειδή), τα οποία χρησιμοποιούνται από τους μαθητές στην εκπαιδευτική διαδικασία για την εκτέλεση συγκεκριμένων έργων (Brown & Howard, 2013). Τα ανθρωποειδή ρομπότ χρησιμοποιούνται κυρίως για την εκπαίδευση ατόμων με αυτισμό και γενικά στην ειδική αγωγή (Dautenhahn, et al., 2009; Brown & Howard, 2013; Yousif & Yousif, 2020). Παραδείγματα τέτοιων ρομπότ είναι το Kaspar, που είναι ένας σχεδιασμός με χαμηλού κόστους εξαρτήματα, το ρομπότ Nao και το Milo και άλλα. Αυτά τα τρία είναι τα πιο διαδεδομένα.

Σχετικά με το πρώτο (εικόνα 12), αυτό έχει σκόπιμα σχεδιαστεί ως ένα εκφραστικά ρομπότ με στόχο την κατάκτηση της κοινωνικής αλληλεπίδρασης με το παιδί. Έχει αποδειχτεί ότι βοηθά τους μαθητές να επικοινωνήσουν τόσο με τους ενήλικες όσο και με τους άλλους συμμαθητές τους, λειτουργώντας με αυτόν τον τρόπο ως κοινωνικός διαμεσολαβητής και ακόμη βοηθάει στην ανακάλυψη των συναισθημάτων με σκοπό στην μείωση της κοινωνικής απομόνωσης (Dautenhahn, και συν., 2009; Wainer, Dautenhahn, Robins, & Amirabdollahian, 2014; Huijnen, Lexis, & Witte, 2016). Ακόμη, έχει αποδειχτεί πως το συγκεκριμένο ρομπότ συμβάλει σε τρεις απαραίτητους τομείς, την επικοινωνία, την κοινωνική αλληλεπίδραση και το παιχνίδι των μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες (Huijnen, Lexis, & Witte, 2016).



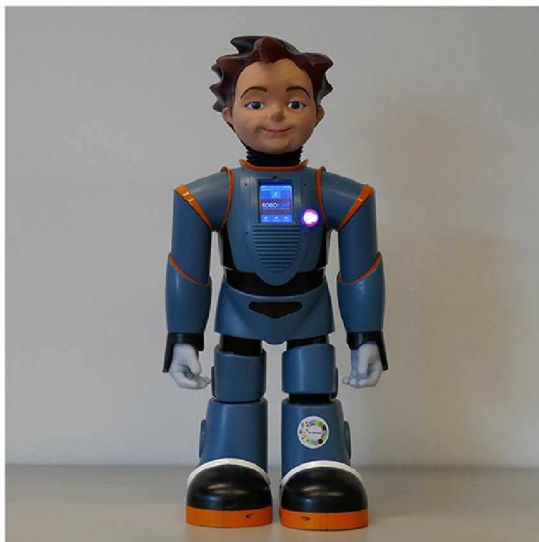
Εικόνα 12. Ανθρωποειδές Ρομπότ KASPAR (Wainer, Dautenhahn, Robins, & Amirabdollahian, 2014)

Σχετικά με το δεύτερο ρομπότ (εικόνα 13), το επονομαζόμενο Nao, έχει επισημανθεί ότι βοηθάει τα αυτιστικά άτομα να βελτιώσουν τις εκφράσεις του προσώπου τους και ταυτόχρονα να διατηρήσουν την κατάλληλη οπτική επαφή και συγκέντρωση (Han, Campbell, Jokinen, & Wilcock, 2012; Jokinen & Wilcock, 2013).



Εικόνα 13. Ρομπότ NAO (Yousif & Yousif, 2020)

Τέλος, το ρομπότ Milo (εικόνα 14) είναι ένα προηγμένο κοινωνικό ρομπότ που χρησιμοποιεί τις φωνές των παιδιών με σκοπό να τα βοηθήσει να αναπτύξουν τις επικοινωνιακές τους δεξιότητες. Αυτό το ρομπότ αλληλεπιδρά με τα παιδιά χρησιμοποιώντας φωνητικές εντολές αλλά και εκφράσεις προσώπου με σκοπό την εξάσκηση και την κατάκτηση των κοινωνικών δεξιοτήτων (Yousif, Kazem, & Chaichan, 2019; Yousif & Yousif, 2020).



Εικόνα 14. Ανθρωποειδές ρομπότ Milo ή Zeno (Schadenberg, Reidsma, Heylen, & Evers, 2020)

Σήμερα πολλά ρομποτικά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκπαιδευτική διαδικασία, διότι η εκπαιδευτική ρομποτική έχει εδραιωθεί σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης (Mataric, 2004). Τα προϊόντα αυτά με την κατάλληλη αξιοποίηση μπορούν να ενταχθούν στην εκπαιδευτική διαδικασία κάνοντάς την δημιουργική, ενώ ταυτόχρονα παρέχουν εκπαιδευτικές δραστηριότητες ενταγμένες σε διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων του πραγματικού κόσμου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να ενθαρρύνεται η ελεύθερη έκφραση κατά την διάρκεια της μάθησης, η δημιουργικότητα και η κοινωνική αλληλεπίδραση (Δημητριάδης, 2015).

Συμπερασματικά, η εκπαιδευτική ρομποτική περιλαμβάνει εργαλεία για όλες τις τάξεις της εκπαίδευσης, από το νηπιαγωγείο μέχρι το γυμνάσιο. Θεωρείται μία από τις νεότερες τάσεις στην εκπαίδευση αλλά και ως μέσο εμπλουτισμού του μαθησιακού περιβάλλοντος και προώθησης δραστηριοτήτων οικοδόμησης της γνώσης. Ειδικά, οι τεχνολογίες ρομποτικής προσφέρουν ευκαιρίες για μικρά παιδιά, για πρακτική αλλαγή και κατανόηση των πραγμάτων που συναντούν στην καθημερινή τους ζωή (Papadakis, 2021). Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι μέσα από τη χρήση των εργαλείων της ρομποτικής γίνεται και η εκμάθηση κώδικα, ο οποίος μπορεί να βελτιώσει τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων και να αναπτύξει την πρώιμη υπολογιστική σκέψη (Shumway, Clarke-Midura, Lee, Hamilton, & Baczuk, 2019).

1.5 Έρευνες

Οι έρευνες σχετικές με την Εκπαιδευτική Ρομποτική δείχνουν ότι αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά σε πολλά γνωστικά πεδία παρέχοντας με αυτόν τον τρόπο την ανάπτυξη γνωστικών, μεταγνωστικών και κοινωνικών δεξιοτήτων (Benitti, 2012). Είναι αποδεδειγμένο ότι οι εφαρμογές της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής έχουν θετικό αντίκτυπο στην ανάπτυξη του τεχνολογικού γραμματισμού αλλά και των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων (Anagnostakis & Michaelides, 2006; Anagnostakis & Michaelides, 2007; Τσοβόλας & Κόμης, 2010), καθώς και στον προγραμματισμό (Καρατράντου, Τάχος, & Αλιμήσης, 2006; Beisser, 2006; Hussain, Lindh, & Shukur, 2006; Bers, Flannery, Kazakoff, & Sullivan, 2014). Όπως έχει αποδειχθεί από τις σύγχρονες έρευνες, έχουν πραγματοποιηθεί αρκετά πειράματα και πολλές δραστηριότητες που οι μαθητές εξαρχής κατασκευάζουν και προγραμματίζουν ρομπότ είτε σε ομαδικό πλαίσιο είτε ατομικά (Adamchuk, et al., 2012; Vandavelde, Wyffels, Ciocci, Vanderborght, & Saldien, 2016).

Οι έρευνες αναφέρουν ότι οι δραστηριότητες με την χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση συνεισφέρουν θετικά τόσο στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, της επίλυσης των προβλημάτων και των μεταγνωστικών δεξιοτήτων των μαθητών (Blanchard, Freiman, & Lirrete-Pitre, 2010; Atmatzidou & Demetriadis, 2012; Petre & Price, 2004) όσο και στην εύκολη εκμάθηση του προγραμματισμού (Nourbakhsh, et al., 2005; Atmatzidou, Markelis, & Demetriadis, 2008; Alimisis D. , 2009). Υπάρχουν μελέτες που υποστηρίζουν ότι η εκπαιδευτική ρομποτική είναι μία ευχάριστη και ψυχαγωγική διαδικασία για τους μαθητές, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο κίνητρα για μάθηση και εμπλοκή στη διδασκαλία, αλλά και οι μαθητές αναπτύσσουν την δημιουργικότητά τους, τη φαντασία και την αυτοπεποίθησή τους (Atmatzidou, Demetriadis, & Nika, 2017; Williams, Ma, & Prejean, 2010). Επίσης, αρκετές είναι αυτές που υποστηρίζουν ότι οι δραστηριότητες με τη χρήση της ρομποτικής ενισχύουν το ενδιαφέρον των μαθητών σε επιστήμες της Φυσικής, των Μαθηματικών, της Τεχνολογίας και της Μηχανικής (STEM) και τους παροτρύνουν να εντρυφήσουν σε αυτές τις επιστήμες και να τις αξιοποιήσουν για να λύσουν προβλήματα της καθημερινής τους ζωής (Mataric, Koenig, & Feil-Seif, 2007; Mead, Thomas, & Weinberg, 2012; Eguchi A. , 2016; Kubilinskienė, Žilinskienė, Dagienė, & Sinkevičius, 2017).

Αντίθετα, υπάρχουν ορισμένες έρευνες οι οποίες αναφέρουν ότι δεν έχει ξεκαθαριστεί σαφώς η ανάπτυξη δεξιοτήτων και η βελτίωση του επιπέδου μάθησης των μαθητών που ασχολούνται με δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής (Hussain, Lindh, & Shukur, 2006). Ακόμη, άλλες αναφέρουν ότι τα οφέλη που αποφέρει η χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση δεν είναι αρκετά σημαντικά (Turner & Hill, 2007; McWhorter, 2008; Gaudiello & Zibetti, 2013).

Σύμφωνα με τον Αλιμίση (2013), η ρομποτική από μόνη της δεν μπορεί να αλλάξει τον τρόπο σκέψης των μαθητών και να οδηγήσει σε υψηλά μαθησιακά αποτελέσματα. Είναι απαραίτητο οι δραστηριότητες της ρομποτικής να υποστηρίζονται από ένα κατάλληλο εκπαιδευτικό πλαίσιο, το οποίο θα παρέχει στους μαθητές τις απαραίτητες δεξιότητες έτσι ώστε να ενισχυθεί σημαντικά η διδασκαλία τους και να βελτιωθούν τα μαθησιακά τους αποτελέσματα (Papert & Harel, 1991; Eteokleous-Grigoriou & Psomas, 2013).

Η βιβλιογραφία είναι πλούσια σε σενάρια με τη χρήση της ρομποτικής στην εκπαιδευτική διαδικασία. Αυτά τα σενάρια είναι τεχνοκεντρικά, δημιουργίας και εξερεύνησης με σκοπό την προώθηση της επιστήμης και του προγραμματισμού και άλλα. Για να εφαρμοστούν αυτά είναι απαραίτητο να γίνουν κάποια βήματα, δηλαδή ακολουθείται μια συγκεκριμένη χρονική πορεία. Αναλυτικότερα, είναι η φάση της εκπαίδευσης και η φάση της πρόκλησης (Atmatzidou, Markelis, & Demetriadis, 2008). Η ερευνητική ομάδα TERECoP (Teacher Education on Robotics -Enhanced Constructivist Pedagogical Methods) πρότεινε ένα μεθοδολογικό εργαλείο για την ανάπτυξη εργαλείων εκπαιδευτικής ρομποτικής που περιλαμβάνει τα εξής στάδια: Εμπλοκής, Πειραματισμού, Διερεύνησης, Σύνθεσης και Δημιουργίας, Αξιολόγησης. Αυτό το μεθοδολογικό εργαλείο βασίζεται στο μοντέλο Carbonaro, Rex & Chambers (2004) και δημιουργεί ένα περιβάλλον στο οποίο προωθείται η συνεργατική και η αυτόνομη μάθηση, η ελεύθερη έκφραση και η δημιουργία, καθώς και η αλληλοϋποστήριξη των μελών της τάξης (Frangou, et al., 2008). Μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε συμπέρανε ότι οι μαθητές αποκτούν νέες γνώσεις και ενισχύουν τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων τους καθοδηγούμενοι από μία διαδικασία η οποία περιλαμβάνει τα στάδια της αξιολόγησης, της εξοικείωσης, της οικοδόμησης, της γεφύρωσης, της ταξινόμησης, της διερεύνησης και τέλος της στόχευσης και της αναφοράς (Gaudiello, Zibetti, & Carrignon, 2010).

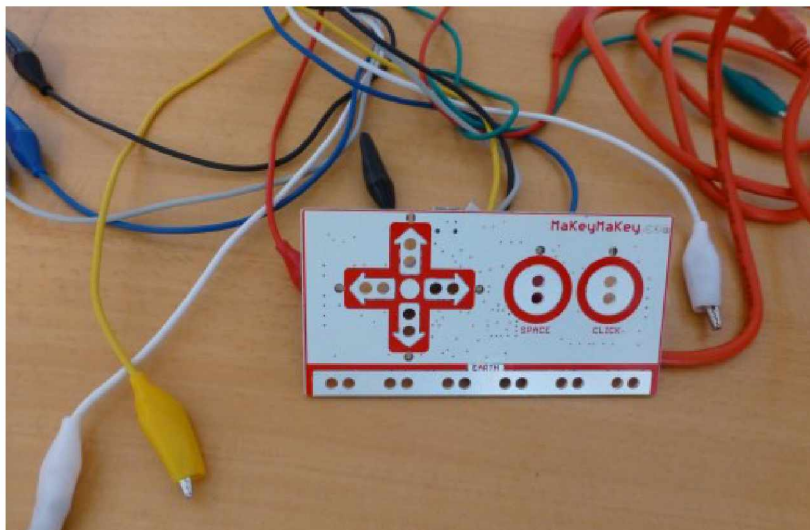
Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να αναφερθεί, έπειτα από έρευνες που εφαρμόστηκαν, πως οι μαθητές μέσω των δραστηριοτήτων της ΕΡ αναπτύσσουν ή και επεκτείνουν τις κοινωνικές τους δεξιότητες, δηλαδή την ομαδικότητα, τη συνεργασία, την αποτελεσματικότερη επικοινωνία για την επίτευξη του στόχου και για την υλοποίηση μιας δραστηριότητας (Gura, 2012; Scaradozzi, Sorbi, Pedale, Valzano, & Vergine, 2015; Eguchi A. , 2015; Zygouris, Striftou, Dadaliaris, Stamoulis, Xenakis, & Vavougiος, 2017).

1.6 Physical Computing

Στην εκπαιδευτική έρευνα έχει υιοθετηθεί ο όρος *physical computing* ως η σύνδεση του πραγματικού κόσμου με τον ιδεατό κόσμο του υπολογιστή. Αυτός ο όρος έχει μεγάλη συμβολή στην εκπαίδευση επιτυγχάνοντας υψηλό βαθμό μάθησης (Χατζηπαπαδόπουλος, Λουκάτος, & Μπελεσιώτης, 2016). Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται στα πλαίσια του *Physical Computing* αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους μέσω αισθητήρων. Οι συγκεκριμένες συσκευές λαμβάνουν δεδομένα από τον πραγματικό κόσμο μέσω αισθητήρων και με αυτόν τον τρόπο μετρούν διάφορα στοιχεία του περιβάλλοντος (O'Sullivan & Igoe, 2004; Booth, Stumpf, Bird, & Jones, 2016). Η ένταξη του *Physical Computing* στη διδασκαλία έχει επεκταθεί σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες, από την πρωτοβάθμια μέχρι την δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Όπως έχει ήδη παρατηρηθεί, οι ενδείξεις σε πρακτικό επίπεδο είναι αρκετά θετικές, καθώς αυξάνεται το ενδιαφέρον των μαθητών, ανακαλύπτεται η δημιουργικότητά τους, ενώ ταυτόχρονα επιτυγχάνεται η κατανόηση σε έννοιες και αντικείμενα του πραγματικού κόσμου (Μπελεσιώτης, Ρόμπολα, Χατζηπαπαδόπουλος, & Λουκάτος, 2017). Αξίζει να επισημανθεί πως το *physical computing* καθιστά τη μάθηση δημιουργική, απτή και συνεργατική. Επίσης, η μάθηση αυτή καθιστά όλους τους μαθητές όλων των ηλικιών δημιουργικούς, παρακινητικούς και διασκεδαστικούς, με αποτέλεσμα και το γνωστικό αντικείμενο και ο υπολογιστής να γίνονται πιο ελκυστικά (Choi, Lee, & Woo, 2016).

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Χατζηπαπαδόπουλος, Λουκάτος, & Μπελεσιώτης, 2016), ο όρος «*Physical Computing*» αποτελεί προέκταση της ρομποτικής, διότι αυτή βασίζεται στο αυτόνομο αντικείμενο. Η ανάπτυξη γλωσσών προγραμματισμού για παιδιά ενέπνευσε τη δημιουργία προγραμματιζόμενων υλικών που θα φέρουν προγραμματισμό στο φυσικό κόσμο (Blikstein, 2013). Για πολλές δεκαετίες διάφορες συσκευές του *physical computing* και εκπαιδευτικά ρομπότ έχουν χρησιμοποιηθεί για να διευκολύνουν την εκπαίδευση των μαθητών. Παραδείγματα τέτοιων συσκευών κυμαίνονται από προγραμματιζόμενα ρομπότ όπως το Bee-Bot, διάφορες προγραμματιζόμενες συσκευές εισόδου και εξόδου όπως το Makey – Makey (εικόνα 15), διάφορες πλακέτες όπως το Raspberry Pi και το Arduino, καθώς και εκπαιδευτικά ρομποτικά κιτ, όπως το Lego Mindstorms (Blikstein, 2013; Sentance, Waite, Yeomans, & MacLeod, 2017). Αρχικά, χρησιμοποιήθηκαν τα κιτ και τα ρομπότ, όμως, επειδή προέκυψε αργότερα η ανάγκη οι μαθητές να μάθουν

προγραμματισμό χρησιμοποιήθηκαν οι νέες συσκευές με αποτέλεσμα να κάνουν τον υπολογιστή περισσότερο προσβάσιμο σε ένα ευρύ φάσμα μαθητών (Sentance, Waite, Yeomans, & MacLeod, 2017).

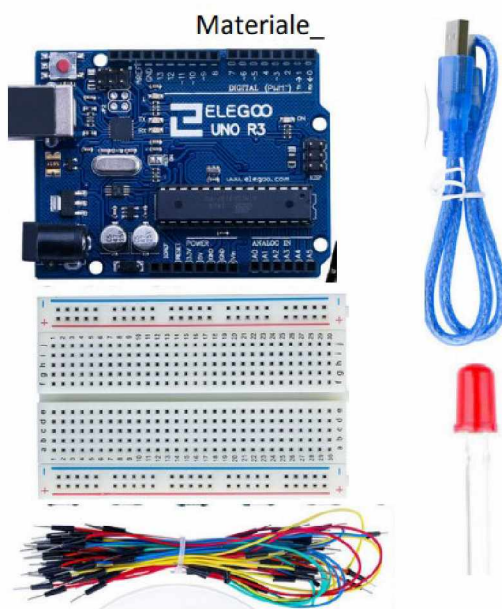


Εικόνα 15. Εξαρτήματα MaKey MaKey (Rogers, Paay, Brereton, Vaisutis, Marsden, & Vetere, 2014)

Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι σημαντικό ρόλο στο physical computing παίζει ο μικροελεγκτής Arduino (εικόνα 16, 17), ο οποίος έχει τη δυνατότητα να υλοποιήσει ποικίλες εφαρμογές του φυσικού κόσμου (Χατζηπαπαδόπουλος, Λουκάτος, & Μπελεσιώτης, 2016). Πιο συγκεκριμένα, το Arduino είναι μια υπολογιστική πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα, η οποία βασίζεται σε μια απλή μητρική πλακέτα πάνω στην οποία είναι ενσωματωμένος ο μικροελεγκτής καθώς και οι εισόδους και εξόδους που χρησιμοποιεί η υπολογιστική πλατφόρμα είναι η Wiring, δηλαδή πρόκειται για τη γλώσσα προγραμματισμού C++ με κάποιες μετατροπές (Braumann & Brell-Cokcan, 2012; Maksimović, Vujović, Davidović, Milošević, & Perišić, 2014). Ο μικροελεγκτής μπορεί να προγραμματιστεί με κατάλληλη γλώσσα προγραμματισμού μέσα στο περιβάλλον IDE (Melgar & Diez, 2012). Επίσης, το Arduino έχει τη δυνατότητα να κατανοεί το περιβάλλον από τα δεδομένα που λαμβάνει από τους διάφορους αισθητήρες και αλληλεπιδρά με το περιβάλλον με τις μετρήσεις φωτός και με τη χρήση των κινητήρων. Να σημειωθεί πως το Arduino υπάρχει στην αγορά σε διάφορα μεγέθη (Arduino Mini, Arduino Mega, κλπ.) (Δημητριάδης, 2015). Να σημειωθεί ότι το Arduino δημιουργεί διαδραστικές εφαρμογές που απευθύνονται ακόμα και σε αρχάριους χρήστες (Melgar & Diez, 2012).



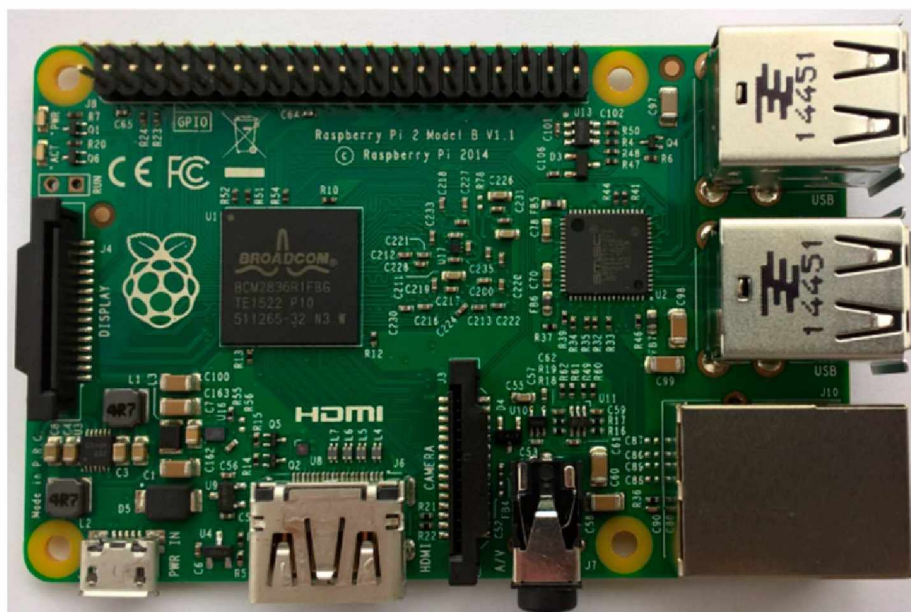
Εικόνα 16. Arduino Uno (Melgar & Diez, 2012)



Εικόνα 17. Υλικά Arduino (Arduino, 2015)

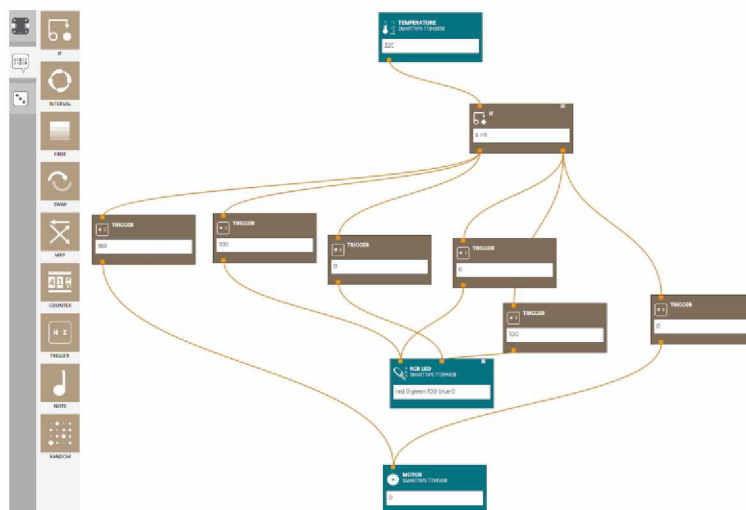
Επίσης, παρόμοιες δυνατότητες με το Arduino έχει ο μικροελεγκτής Raspberry Pi (εικόνα 18). Το Raspberry Pi υιοθετείται όλο και περισσότερο ως κατάλληλη πλατφόρμα τόσο στην έρευνα όσο και στις εφαρμογές του Διαδικτύου των πραγμάτων (Internet of Things) (Zhong & Liang, 2016). Η πλακέτα Raspberry Pi είναι μία οικονομική πλακέτα, η οποία υποστηρίζεται από μεγάλο αριθμό περιφερειακών συσκευών εισόδου και εξόδου. Το Raspberry Pi έχει ατελείωτη δυνατότητα στη χρήση επιτρέποντας τους τελικούς χρήστες να το προγραμματίσουν ανάλογα με τις ανάγκες τους (Maksimović, Vujović, Davidović, Milošević, & Perišić,

2014). Στην εκπαίδευση η συγκεκριμένη πλατφόρμα βελτιώνει σημαντικά τη μαθησιακή απόδοση και την εμπειρία των μαθητών (Zhong & Liang, 2016).



Εικόνα 18. Raspberry Pi 2 Model B (Zhong & Liang, 2016)

Το physical computing στις σχολικές τάξεις μπορεί να εφαρμοστεί με την ένταξη του κιτ Talkoo, το οποίο βασίζεται στο Arduino. Αυτό περιλαμβάνει το υλικό και το οπτικό περιβάλλον IDE (εικόνα 19) (Cukurova, Luckin, Millan, & Mavrikis, 2018). Η κύρια ιδέα πίσω από το Talkoo είναι ο σχεδιασμός να απευθύνεται στους αρχάριους χρήστες έτσι ώστε να αποφεύγονται τυχόν λάθη από εσφαλμένη για παράδειγμα καλωδίωση. Βέβαια, από το συγκεκριμένο κιτ μπορεί να επωφεληθούν και οι έμπειροι χρήστες διότι αυτοί έχουν την ικανότητα να δημιουργήσουν γρήγορα, πρωτότυπα και διαδραστικά συστήματα (Katterfeldt, Cuartielles, Spikol, & Ehrenberg, 2016).



Εικόνα 19. Περιβάλλον IDE (Katterfeldt, Cuartielles, Spikol, & Ehrenberg, 2016)

Τα περισσότερα έργα του physical computing που έχουν κατασκευαστεί διαθέτουν κάποια στάδια. Πιο συγκεκριμένα, διαιρούνται στην είσοδο, στην επεξεργασία και στην έξοδο. Σχετικά με τις δραστηριότητες εισόδου και εξόδου, αυτές διακρίνονται σε αναλογικές και ψηφιακές θύρες. Δύο γεγονότα μπορούν να πραγματοποιηθούν είτε σε σειρά είτε παράλληλα. Ο μικροελεγκτής (microcontroller) είναι ένα μικρός υπολογιστής, ο οποίος λαμβάνει πληροφορίες από τους αισθητήρες, χειρίζεται βασικές μηχανές και συσκευές και στέλνει πληροφορίες και σε άλλες συσκευές. Με πιο απλά λόγια, αυτός αποτελεί τη πύλη μεταξύ φυσικού και υπολογιστικού κόσμου. Στα κυκλώματα physical computing οι απαιτήσεις της ενέργειας δεν είναι υψηλές, οπότε μια μπαταρία 9V είναι ιδανική. Επίσης, η τάση 5V που υπάρχει στους μικροελεγκτές είναι αρκετή στις περισσότερες περιπτώσεις. Με βάση αυτά ενθαρρύνεται ένα ευφάνταστο και δημιουργικό περιβάλλον στο οποίο οι μαθητές μαθαίνουν τις έννοιες της επιστήμης των υπολογιστών (Sentance, Waite, Yeomans, & MacLeod, 2017).

Για τη διδασκαλία του physical computing κάποιοι ερευνητές οδηγήθηκαν στην εξερεύνηση μιας προσέγγισης που βασίζεται στην επίλυση προβλημάτων. Κάποιοι ερευνητές προτείνουν την δημιουργία ενός μοντέλου τεσσάρων φάσεων, προετοιμασία (διαμόρφωση στόχου, σχεδιασμός μιας διαδικασίας, επίλυση προβλημάτων), επιλογή (επιλογή εισόδου / εξόδου, κωδικοποίηση), απόδοση (εκτέλεση του προγράμματος και παρατήρηση των αποτελεσμάτων) και αξιολόγηση (συγχώνευση αποτελεσμάτων, προσδιορισμός του προβλήματος, απόφαση για αλλαγή μεταβλητή, εντοπισμό σφαλμάτων) (Schulz & Pinkwart, 2016). Μια άλλη

παιδαγωγική του physical computing είναι το Use-Modify-Create. Αυτό είναι ένα πλαίσιο διδασκαλίας με σκοπό να υποστηρίζει την πρόοδο του μαθητή στη μάθηση. Σε αυτό το πλαίσιο διδασκαλίας οι μαθητές λειτουργούν ομαδικά με ένα συνεχές πρόγραμμα δημιουργώντας δικά τους προγράμματα. Μόλις οι μαθητές δημιουργήσουν δικά τους προγράμματα, χρησιμοποιούν μια επαναληπτική διαδικασία επανεξέτασης, δοκιμής και ανάλυσης (Lee, et al., 2011). Παρομοίως, έγιναν συζητήσεις για μία δισδιάστατη μάθηση όπου οι μαθητές θα μπορούν να φτάσουν στο στάδιο της δημιουργίας δικών τους έργων. Για να επιτευχθεί αυτό είναι απαραίτητο να υπάρξει σύνδεση μεταξύ θεωρητικής και πρακτικής κατανόησης, γεγονός που βοηθάει το physical computing (Fuller, et al., 2007).

Επειδή το ενδιαφέρον των επιστημόνων για το physical computing συνεχώς αυξάνεται, είναι χρήσιμο να αναφερθεί ότι έχουν ήδη πραγματοποιηθεί και έρευνες οι οποίες χρησιμοποιούν μικρές προγραμματιζόμενες συσκευές που μπορεί να είναι διαθέσιμες στο σχολικό ή και στο εξωσχολικό πλαίσιο λόγω χαμηλού κόστους. Αναλυτικότερα, το BBC micro: bit είναι μια τέτοια συσκευή, η οποία χρησιμοποιήθηκε για μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο. Η συσκευή αυτή έχει πολλά θετικά χαρακτηριστικά χρησιμότητας, υποστηρίζει πολλές γλώσσες προγραμματισμού και μπορεί να ενσωματωθεί σε πραγματικό χρόνο σε πολλά έργα. Η έρευνα περιείχε συνεντεύξεις από εκπαιδευτικούς οι οποίοι έχουν χρησιμοποιήσει τη συγκεκριμένη συσκευή. Τα αποτελέσματα της έρευνας για την ένταξη αυτής της προγραμματιστικής συσκευής στη διδασκαλία είναι θετικά και μπορεί να δώσει τη δυνατότητα στους μαθητές να αναπτύξουν τις δεξιότητες επίλυσης ενός προβλήματος. Όμως είναι απαραίτητο να υπάρχει και κατάλληλη εκπαίδευση των εκπαιδευτικών, κατάλληλος χρόνος προετοιμασίας για να μπορούν να ενσωματώνουν τέτοιες συσκευές physical computing στο πρόγραμμα σπουδών και τέλος χρόνος για τον προγραμματισμό και την ανάπτυξη του μαθήματος (Sentance, Waite, Yeomans, & MacLeod, 2017). Παρομοίως, ορισμένοι εκπαιδευτικοί που χρησιμοποίησαν στην διδασκαλία τους υλικό ανοιχτού κώδικα, όπως το Arduino, και 3D εκτυπωτές, παρατήρησαν ότι οι δυνατότητες που είχαν σε σχέση με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας ήταν πολύ μεγαλύτερες. Τέλος, παρατήρησαν ότι κατά τη διάρκεια χρήσης αυτών των εργαλείων η ικανότητα επίλυσης των προβλημάτων και οι ιδέες που τέθηκαν, συνδυάστηκαν με την σκέψη (Hyungshin, Sangmin, Jeonghwa, & Changmun, 2016).

Συμπερασματικά, το physical computing θεωρείται ως μια διαδικασία για την σύνδεση ψηφιακών αντικειμένων με τον πραγματικό κόσμο μέσω μοντέλων προσομοίωσης. Επομένως, γίνεται η διασύνδεσή του με την εκπαίδευση STEM όσο και με την Υπολογιστική Επιστήμη. Τέλος, θεωρείται ότι το physical computing μπορεί να υλοποιηθεί σε συμφωνία τόσο με το STEM όσο και με την επιστήμη της Μηχανικής. Το βασικό επιχείρημα είναι ότι αυτό μπορεί να βοηθήσει και τους εκπαιδευόμενους και τους εκπαιδευτικούς να υλοποιήσουν στοιχεία πρακτικής επιστημολογίας μέσω πειραμάτων (Schulz & Pinkwart, 2015).

2. Υπολογιστική Σκέψη

Η Υπολογιστική Σκέψη αναφέρεται σε μια συλλογή υπολογιστικών ιδεών και συνηθειών του μυαλού. Αυτές τις υπολογιστικές ιδέες και συνήθειες τις κατέχουν οι άνθρωποι που ασχολούνται με κλάδους των υπολογιστών (Tedre & Denning, 2016). Μπορεί να αξιοποιηθεί σε όλες τις επιστήμες για να επιλυθούν προβλήματα, να σχεδιαστούν συστήματα, να δημιουργηθεί νέα γνώση και τέλος να κατανοηθούν λειτουργίες και οι περιορισμοί των υπολογιστικών συστημάτων (Ψυχάρης, Κοτζαμπασάκη, & Καλοβρέκτης, 2018). Επίσης, έρχεται συνδυαστικά μαζί με τις δεξιότητες της γραφής, της ανάγνωσης και της αριθμητικής (Wing, 2006).

2.1 Ιστορική αναδρομή του όρου Υπολογιστική Σκέψη

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, η ανάγκη ένταξης της επιστήμης των υπολογιστών στην πρωτοβάθμια αλλά και στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση συζητήθηκε παγκοσμίως από πρωτοπόρους της επιστήμης των υπολογιστών για περίπου εξήντα χρόνια (Caeli & Yadav, 2019).

Αρχικά, πριν από την εμφάνιση του όρου υπολογιστική σκέψη, υπήρχε η αρχική ιδέα της επίλυσης προβλημάτων. Πιο συγκεκριμένα, το 1940 ο John Von Neumann αναφέρθηκε στον όρο υπολογιστική (computing) και τόνισε πως είναι ένας ξεχωριστός επιστημονικός κλάδος (Denning, 2009). Τις δεκαετίες του 1950 και 1960 η ιδέα επίλυσης προβλημάτων προσδιορίζεται με τον όρο Αλγοριθμική Σκέψη (Ozcinar, Wong, & Tugba, 2018). Σε ένα συνέδριο το 1960, ο Alan Perlis πρότεινε στους μαθητές να μάθουν να κατανοούν τους υπολογιστές ως γενικά εργαλεία για την επίλυση προβλημάτων και όχι ως ειδικά εργαλεία για την επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων (Ozcinar, Wong, & Tugba, 2018; Caeli & Yadav, 2019). Επίσης, ο ίδιος πρότεινε πόσο μεγάλη σημασία έχουν οι νοητικές διεργασίες που είναι απαραίτητες για να σχεδιαστούν αλγόριθμοι και έτσι έδωσε έμφαση στην χρήση του από όλες τις επιστήμες (Tedre & Denning, 2016; Ozcinar, Wong, & Tugba, 2018).

Στη δεκαετία του 1960 και 1970 υπήρχε μεγάλη διχογνωμία σχετικά με πως θα πρέπει να διδάσκεται η επιστήμη των υπολογιστών (Caeli & Yadav, 2019). Μερικοί ερευνητές υποστήριζαν ότι οι μαθητές θα πρέπει να μάθουν προγραμματισμό, ενώ στην άλλη πλευρά υπήρχαν ερευνητές που τόνιζαν ότι οι αλγόριθμοι ήταν το σημαντικότερο μέρος της εκπαίδευσης των μαθητών. Το 1972 το Υπουργείο Παιδείας της Δανίας πρότεινε ένα νέο μάθημα για τους μαθητές της πρωτοβάθμιας και της

δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης όπου στόχος ήταν η κατανόηση και ο σχεδιασμός αλγορίθμων ως επαναληπτική διαδικασία και όχι η εκμάθηση του προγραμματισμού. Βέβαια η μη απόκτηση των δεξιοτήτων του προγραμματισμού μπορούσε να εμποδίσει την κατανόηση των αλγορίθμων. Η εναλλακτική προσέγγιση ήταν η εκμάθηση διαγραμμάτων ροής τα οποία επέτρεπαν την ικανότητα επικοινωνίας λύσεων ως αλγορίθμων (Caeli & Yadav, 2019). Παρόμοια ο Knuth (1974) υποστήριξε ότι η ικανότητα χρήσης των αλγορίθμων μπορεί να προσδώσει την ικανότητα στους μαθητές να κατανοήσουν βαθύτατα και άλλους τομείς της ζωής του. Ακόμη, υποστήριξε την μοναδικότητα της υπολογιστικής επιστήμης και ότι ο διαχωρισμός της από τα άλλα επιστημονικά πεδία οφείλεται στην Αλγοριθμική Σκέψη. Με βάση αυτήν γίνεται και η επίλυση των προβλημάτων (Denning P. J., 2017).

Το 1980 ο Seymour Papert ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε τον όρο Υπολογιστική Σκέψη. Ο Papert περιέγραψε αυτό που ονόμαζε σχιζοφρενική διάσπαση μεταξύ των ανθρωπιστικών επιστημών και της επιστήμης. Πρότεινε ότι ο υπολογιστής θα μπορούσε να συμβάλει της γραμμής μεταξύ αυτών των πολιτισμών φέρνοντας τα παιδιά σε μια πιο ανθρωπιστική σχέση με τις μαθηματικές ιδέες (Caeli & Yadav, 2019). Επίσης, προσπάθησε να εντάξει στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση την διδασκαλία της γλώσσας προγραμματισμού LOGO με σκοπό την απόκτηση διαδικαστικών δεξιοτήτων σκέψης και κατ' επέκταση τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων (Tedre & Denning, 2016; Ozcinar, Wong, & Tugba, 2018). Η γλώσσα προγραμματισμού LOGO σχεδιάστηκε ως εργαλείο που επιτρέπει στα παιδιά να χτίζουν πνευματικές δομές και να προετοιμάζονται για ένα μέλλον όπου οι υπολογιστές θα γίνουν σημαντικό μέρος της ζωής τους (Voogt, Fisser, Good, Mishra, & Yadav, 2015; Caeli & Yadav, 2019). Με άλλα λόγια ο Seymour Papert προσπάθησε να διδάξει στα παιδιά την ικανότητα προγραμματισμού του υπολογιστή και όχι τον υπολογιστή που προγραμματίζει τα παιδιά. Η προσέγγιση του Papert επηρεάστηκε σε μεγάλο βαθμό από τον Jean Piaget ο οποίος τόνισε τη σημασία της ικανότητας των παιδιών να αντανakλούν τη σκέψη τους ως οι οικοδόμοι των δικών τους πνευματικών δομών (Caeli & Yadav, 2019).

Από τη δεκαετία του 1990 η ενασχόληση των επιστημόνων με τη Υπολογιστική Σκέψη άρχισε να περιορίζεται ενώ από το 2006 το ενδιαφέρον άρχισε να εντείνεται. Η παρατήρηση αυτή επιβεβαιώνεται από τις προσπάθειες των επιστημόνων να ορίσουν αυτή την πολυσυζητημένη έννοια (Ilic, Haseski, & Tugtekin, 2018). Έτσι από το 2006 και έπειτα, οι επιστήμονες ασχολούνται όλο και περισσότερο με την Υπολογιστική Σκέψη, με σκοπό τον καθορισμό του ορισμού της, το πλαίσιο ενσωμάτωσής της σε μαθήματα θετικής, κοινωνικής και ανθρωπιστικής κατεύθυνσης καθώς και τα οφέλη που αυτή απορρέει αλλά και τα εργαλεία που είναι κατάλληλα για να αξιολογηθεί. Χωρίς έναν πλήρη και σαφή ορισμό είναι αδύνατη η αξιολόγηση με την χρήση εργαλείων αλλά και η ένταξή της στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (Fletcher & Lu, 2009; Selby & Woollard, 2013).

Με το πέρασμα των χρόνων έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες για να αποδοθεί ένας σαφής ορισμός για την Υπολογιστική Σκέψη. Το 2011 ο Σύλλογος Εκπαιδευτικών της Επιστήμης των Υπολογιστών (ISTE), η Διεθνής Εταιρεία για την Τεχνολογία στην Εκπαίδευση (CSTA) και το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών (NSF) συνεργάστηκαν με στελέχη της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, της βιομηχανίας και της υποχρεωτικής εκπαίδευσης στοχεύοντας στην ανάπτυξη ενός σαφή ορισμού που θα περιγράφει στοιχεία τα οποία θα μπορούν οι εκπαιδευτικοί σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης να ενσωματώσουν στο πρόγραμμα σπουδών των μαθημάτων έτσι ώστε οι μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες Υπολογιστικής Σκέψης (ISTE, CSTA, & NSF, 2011; Barr, Harrison, & Conery, 2011).

2.2 Ορισμοί

Στην προσπάθεια για να προσδιοριστεί ο ορισμός της Υπολογιστικής Σκέψης, έχουν διατυπωθεί αρκετοί ορισμοί από τους ερευνητές. Όσον αφορά την ερευνήτρια Wing, αυτή εισάγαγε κάποιους ορισμούς ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Πιο συγκεκριμένα, το 2006 η Wing δημοσίευσε ένα άρθρο όπου ανέφερε ότι η υπολογιστική σκέψη περιλαμβάνει την επίλυση προβλημάτων, τον σχεδιασμό συστημάτων και την κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Επίσης, μετατόπισε το επίπεδο της συζήτησης σχετικά με την ΥΣ, τονίζοντας ότι αυτή δεν είναι μία απαραίτητη δεξιότητα μόνο για τους επιστήμονες που ασχολούνται με την πληροφορική, αλλά παρατηρείται χρήσιμη για όλες τις νοητικές διεργασίες (Wing, 2006). Να σημειωθεί πως στο άρθρο αναφερόταν ότι αυτή η νέα ικανότητα είναι χρήσιμο να προστεθεί ως μια ικανότητα των παιδιών που θα αποκτάται από τη σχολική μάθηση (Voogt, Fisser,

Good, Mishra, & Yadav, 2015). Το 2008 η Wing εισάγει την έννοια ότι η Υπολογιστική Σκέψη είναι ένα είδος αναλυτικής σκέψης. Η ΥΣ μοιράζεται με την μαθηματική, μηχανική και την επιστημονική σκέψη έτσι ώστε να προσεγγίζεται η κατανόηση της υπολογιστικότητας, της νοημοσύνης και της ανθρώπινης συμπεριφοράς (Wing J. M., 2008). Το 2011 προσεγγίζει τον ορισμό της ΥΣ με μια καινούρια και πιο ολοκληρωμένη έννοια αναφέροντας ότι οι νοητικές διεργασίες που εμπλέκονται για την επίλυση προβλημάτων επιτρέπουν την διεκπεραίωσή τους με μέσο την επεξεργασία των πληροφοριών (Wing J. M., 2011).

Το 2009, ο Denning αναφέρει ότι η Υπολογιστική Σκέψη είναι ένα σύνολο δεξιοτήτων που όλοι οι άνθρωποι έχουν την ικανότητα να τις αποκτήσουν και να τις χρησιμοποιήσουν (Denning P. J., 2009). Την ίδια περίοδο αναφέρθηκε από δύο ερευνητές ότι η έννοια αυτή αποτελεί έναν τρόπο επίλυσης προβλημάτων και σχεδιασμού συστημάτων, περιλαμβάνει την αλγοριθμική σκέψη και την ικανότητα εφαρμογής μαθηματικών εννοιών για βέλτιστες λύσεις και τέλος η υπολογιστική σκέψη κάνει χρήση διαφορετικού επιπέδου αφαίρεσης με σκοπό να κατανοηθούν και να επιλυθούν αποτελεσματικότερα τα προβλήματα (Fletcher & Lu, 2009). Το 2010 από την Bers ότι η υπολογιστική σκέψη είναι ένα είδος αναλυτικής σκέψης που διαθέτει πολλές ομοιότητες με τη μαθηματική σκέψη, σχετικά με την επίλυση προβλημάτων, τη μηχανική και την επιστημονική σκέψη (Bers M. U., 2010). Επίσης, την ίδια χρονική περίοδο αναφέρθηκε ότι η υπολογιστική σκέψη είναι η ικανότητα κριτικής σκέψης και επίλυσης προβλήματος που συμπεριλαμβάνει ένα Υπολογιστικό Στοιχείο το οποίο είναι δύσκολο να διεκπεραιωθεί χωρίς τη βοήθεια του υπολογιστή (Ater-Kranov, Bryant, Orr, Wallace, & Zhang, 2010).

Ο Σύλλογος Εκπαιδευτικών της Επιστήμης των Υπολογιστών (ISTE), η Διεθνής Εταιρεία για την Τεχνολογία στην Εκπαίδευση (CSTA) και το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών (NSF) επισήμαναν ότι η Υπολογιστική Σκέψη είναι μία διαδικασία επίλυσης προβλήματος που διαμορφώνει τα προβλήματα έτσι ώστε να γίνεται η χρήση του υπολογιστή, οργανώνει και αναλύει τα δεδομένα με βάση τη λογική, αναπαριστά τα δεδομένα μέσω της διαδικασίας της αφαίρεσης, αυτοματοποιεί τις διαδικασίες επίλυσης μέσω της Αλγοριθμικής Σκέψης, εντοπίζει, αναλύει και εφαρμόζει τις λύσεις που προκύπτουν με στόχο τον συνδυασμό βημάτων και τέλος κυριαρχεί η γενίκευση και η μεταφορά της διαδικασίας επίλυσης προβλήματος σε εύρος ποικίλων προβλημάτων (ISTE, CSTA, & NSF, 2011). Ένας άλλος ορισμός

υπογραμμίζει ότι είναι μια διαδικασία επίλυσης προβλημάτων που μπορεί να αυτοματοποιηθεί, να μεταφερθεί και να εφαρμοστεί σε ορισμένα θέματα. Ακόμη, οι ίδιοι ερευνητές επισήμαναν πως οι ικανότητες της Υπολογιστικής Σκέψης μπορούν να καλλιεργηθούν σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα χρησιμοποιώντας κατάλληλες μεθόδους και τρόπους διδασκαλίας (Barr & Stephenson, 2011).

Το 2012, ο Alfred Aho διαφοροποίησε τον ορισμό που έδωσε η Wing και ανέφερε πως η ΥΣ είναι οι νοητικές διεργασίες που εμπλέκονται για τον μετασχηματισμό των προβλημάτων με σκοπό οι λύσεις που θα προκύψουν να παρουσιαστούν με υπολογιστικά βήματα και αλγοριθμικές διαδικασίες (Aho, 2012). Επιπρόσθετα, αξίζει να σημειωθεί πως ο ορισμός που δόθηκε το 2013 από τους Selby και Woollard είναι ότι η ΥΣ αποτελεί γνωστική λειτουργία και σχετίζεται με την επίλυση προβλήματος, ενώ ταυτόχρονα το άτομο έχει την ικανότητα να σχηματίζει αφαιρέσεις, να επιτυγχάνει την τμηματοποίηση κατά τη διαδικασία της σκέψης, να σχηματίζει γενικεύσεις και τέλος να σκέφτεται αλγοριθμικά και με όρους αξιολόγησης (Selby & Woollard, 2013). Το 2014 υπογραμμίζεται πως η ΥΣ είναι παρόμοια με τον τρόπο που σκέφτονται οι επιστήμονες της πληροφορικής όταν προσεγγίζουν προβλήματα στα οποία επιθυμούν να βρουν τη λύση (Riley & Hunt, 2014). Τέλος, το 2015 ο Michaelson ισχυρίζεται ότι η ΥΣ είναι η διαδικασία επίλυσης των προβλημάτων καθώς αυτή επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο ένα άτομο αντιλαμβάνεται και λύνει τα προβλήματα (Michaelson, 2015).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά και με χρονολογική σειρά οι ορισμοί της Υπολογιστικής σκέψης που προαναφέρθηκαν για να φανερωθεί η εξέλιξη της έννοιας αυτής.

Πίνακας 1. Ορισμοί της Υπολογιστικής Σκέψης

Ερευνητές	Ορισμός της Υπολογιστικής Σκέψης
Wing, 2006	Η ΥΣ περιλαμβάνει την επίλυση προβλημάτων, τον σχεδιασμό συστημάτων και την κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς.
Wing, 2008	Η ΥΣ είναι ένα είδος αναλυτικής σκέψης, μοιράζεται με την μαθηματική, μηχανική και την επιστημονική σκέψη έτσι ώστε να προσεγγίζεται η κατανόηση της

	υπολογιστικότητας, της νοημοσύνης και της ανθρώπινης συμπεριφοράς.
Denning, 2009	Η ΥΣ είναι ένα σύνολο δεξιοτήτων που όλοι οι άνθρωποι έχουν την ικανότητα να τις αποκτήσουν και να τις χρησιμοποιήσουν.
Fletch & Lu, 2009	Η ΥΣ ορίζεται ως ένας τρόπος επίλυσης προβλημάτων και σχεδιασμού συστημάτων που περιλαμβάνει: <ul style="list-style-type: none"> • την αλγοριθμική σκέψη • την ικανότητα εφαρμογής μαθηματικών εννοιών για βέλτιστες λύσεις και • διαφορετικό επίπεδο αφαίρεσης για να κατανοηθούν και να επιλυθούν αποτελεσματικότερα τα προβλήματα
Ater-Kranov, Bryant, Orr, Wallace, & Zhang, 2010	Η ΥΣ ορίζεται ως η ικανότητα κριτικής σκέψης και επίλυσης προβλήματος που συμπεριλαμβάνει ένα Υπολογιστικό Στοιχείο.
Bers, 2010	Η ΥΣ είναι ένα είδος αναλυτικής σκέψης που διαθέτει πολλές ομοιότητες με τη μαθηματική σκέψη, σχετικά με την επίλυση προβλημάτων, τη μηχανική και την επιστημονική σκέψη.
ISTE, CSTA, & NSF, 2011	Η ΥΣ ορίζεται ως η διαδικασία επίλυσης προβλημάτων με τα εξής χαρακτηριστικά: <ul style="list-style-type: none"> • διαμόρφωση προβλημάτων στα οποία γίνεται χρήση του υπολογιστή • οργάνωση, ανάλυση και αναπαράσταση δεδομένων • αυτοματοποίηση των διαδικασιών επίλυσης μέσω της Αλγοριθμικής Σκέψης • εντοπισμός και υλοποίηση των πιθανών λύσεων • γενίκευση
Wing, 2011	ΥΣ ορίζονται οι νοητικές διεργασίες που εμπλέκονται για την επίλυση προβλημάτων και οι οποίες επιτρέπουν την διεκπεραίωσή τους με μέσο την επεξεργασία των

	πληροφοριών.
Aho, 2012	Η ΥΣ είναι οι νοητικές διεργασίες που στόχο έχουν την μοντελοποίηση των προβλημάτων και των λύσεων.
Selby & Woollard, 2013	Η ΥΣ ορίζεται ως η γνωστική λειτουργία που σχετίζεται με την επίλυση προβλήματος και έτσι το άτομο έχει την ικανότητα να: <ul style="list-style-type: none"> • σχηματίζει αφαιρέσεις, • επιτυγχάνει την τμηματοποίηση κατά τη διαδικασία της σκέψης, • σχηματίζει γενικεύσεις, • σκέφτεται αλγοριθμικά και με όρους αξιολόγησης.
Riley & Hunt, 2014	Η ΥΣ είναι παρόμοια με τον τρόπο που σκέφτονται οι επιστήμονες της πληροφορικής όταν προσεγγίζουν προβλήματα στα οποία επιθυμούν να βρουν τη λύση.
Michaelson, 2015	η ΥΣ είναι ο τρόπος που επιλύονται τα προβλήματα και έτσι επηρεάζει στο πως ένα άτομο αντιλαμβάνεται και λύνει τα προβλήματα.

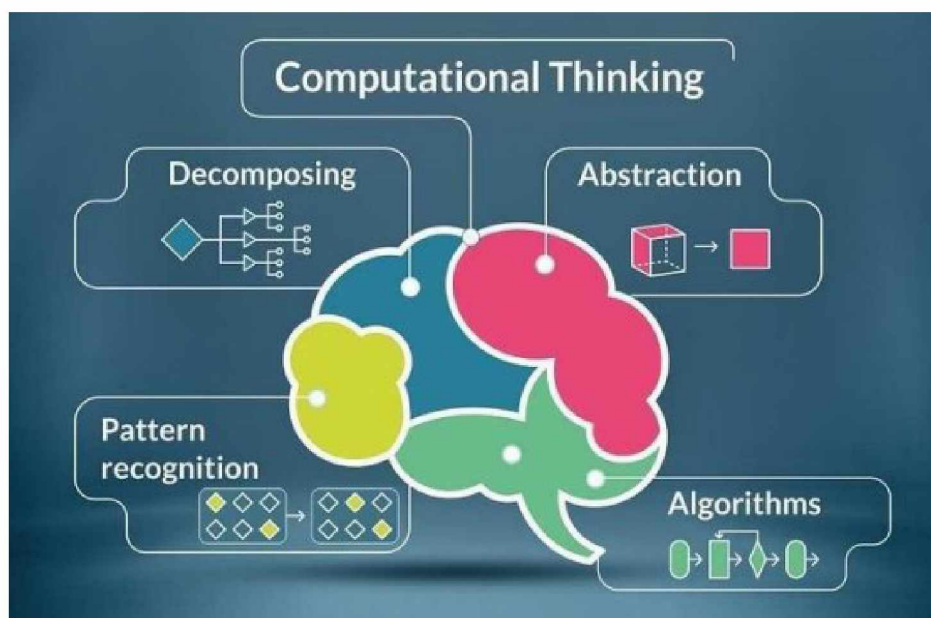
2.3 Βασικές Έννοιες και Δεξιότητες ΥΣ

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με την εξαγωγή ενός σαφή ορισμού για την Υπολογιστική Σκέψη, έγινε φανερό ότι υπάρχει έλλειψη ενιαίου ορισμού σε αυτό το πεδίο. Γι' αυτόν τον λόγο ένα σύνολο εννοιών και δεξιοτήτων αναδύεται από τη βιβλιογραφία για να καλύψει το κενό αυτό (Bocconi, Chiocciariello, Dettori, Ferrari, & Engelhardt, 2016).

Η ένταξη της ΥΣ στην υποχρεωτική εκπαίδευση έχει ερευνηθεί και εξεταστεί σε πολλές μελέτες με στόχο την παρουσίαση των πλεονεκτημάτων που αυτή προσφέρει. Σημειώνεται ότι η ΥΣ δίνει τη δυνατότητα στα παιδιά να σκέφτονται με διαφορετικό τρόπο κατά τη διάρκεια επίλυσης προβλημάτων, να αναλύουν θέματα της καθημερινότητας (Lee, και συν., 2011), να δημιουργούν και να καινοτομούν (Allan, et al., 2010) και τέλος να κατανοούν αυτά που έχει να τους προσφέρει η τεχνολογία (Bocconi, Chiocciariello, Dettori, Ferrari, & Engelhardt, 2016).

Σύμφωνα με τον Resnick, η ΥΣ δεν είναι απλώς ένας τρόπος για την εκμάθηση δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, αλλά είναι ένα μέσο έκφρασης χρησιμοποιώντας ψηφιακά μέσα. Συνεπώς, οι δεξιότητες ΥΣ απαιτούνται για τον σχεδιασμό και την κοινωνική συνεργασία (Bocconi, Chioccariello, Dettori, Ferrari, & Engelhardt, 2016). Διάφοροι συγγραφείς προτείνουν μια μεγάλη ποικιλία δεξιοτήτων για την απόκτηση της Υπολογιστικής Σκέψης, όπως είναι η επίλυση προβλημάτων, η συλλογή, η ανάλυση και η αναπαράσταση δεδομένων, η αποσύνθεση προβλημάτων, η χρήση και η διαδικασία των αλγορίθμων, οι προσομοιώσεις (Gretter & Yadav, 2016), η χρήση υπολογιστών για προσομοίωση σεναρίων, η ενασχόληση με ανοιχτά προβλήματα και η επιμονή σε δύσκολες υποθέσεις (Weintrop, et al., 2015) και τέλος ο συλλογισμός για τα αφηρημένα αντικείμενα (Armoni, 2010).

Ορισμένοι ερευνητές διατύπωσαν τέσσερις βασικούς πυλώνες που χαρακτηρίζουν την ΥΣ (εικόνα 20). Αυτοί οι πυλώνες είναι η αποσύνθεση (decomposing), η αφαίρεση (abstraction), η αναγνώριση προτύπων (pattern recognition) και οι αλγόριθμοι (algorithms) (Riley & Hunt, 2014; Krauss & Prottsman, 2016; Harimurti, Ekohariadi, Munoto, & Asto, 2019).



Εικόνα 20. Υπολογιστική Σκέψη (Harimurti, Ekohariadi, Munoto, & Asto, 2019)

Σε αυτό το σημείο κρίνεται σκόπιμο να γίνει αναφορά σε ορισμένες έρευνες, οι οποίες καθόρισαν κάποιες έννοιες και δεξιότητες της ΥΣ. Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα της Barr και του Stephenson αναφέρθηκαν οι αλγόριθμοι και οι διαδικασίες, η

αφαίρεση, η αυτοματοποίηση, η αποσύνθεση του προβλήματος, ο παραλληλισμός και η προσομοίωση (Barr & Stephenson, 2011). Ο Lee και οι συνεργάτες του, αναφέρθηκαν στην αφαίρεση, στην αυτοματοποίηση και στην ανάλυση (Lee, et al., 2011). Σε μία άλλη έρευνα εκτός από την αφαίρεση, προστέθηκαν και η γενίκευση προτύπων, οι αλγοριθμικές έννοιες ελέγχου ροής, η υποθετική λογική, η δομημένη αποσύνθεση προβλήματος, η αποσφαλμάτωση και ο συστηματικός εντοπισμός λαθών καθώς και οι περιορισμοί απόδοσης και εκτέλεση και τέλος αναφέρθηκαν τα συστήματα συμβόλων και οι αναπαραστάσεις, η επαναληπτική, αναδρομική και παράλληλη σκέψη και η συστηματική επεξεργασία της πληροφορίας (Grover & Pea, 2013). Σε επόμενη έρευνα του Selby και του Woollard, αναφέρθηκε για ακόμα μια φορά η αφαίρεση, η αλγοριθμική σκέψη, η αποσύνθεση, η αξιολόγηση και οι γενικεύσεις (Selby & Woollard, 2013). Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2016 επισημάνθηκαν ότι οι διαστάσεις της ΥΣ είναι η αφαίρεση, η αποσφαλμάτωση, η γενίκευση, η αποσύνθεση και οι αλγόριθμοι περιλαμβάνοντας αλληλουχία και έλεγχο ροής (Angeli, et al., 2016).

Ο Σύλλογος Εκπαιδευτικών της Επιστήμης των Υπολογιστών (ISTE), η Διεθνής Εταιρεία για την Τεχνολογία στην Εκπαίδευση (CSTA) και το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών (NSF), σ' έναν οδηγό που εξέδωσαν και ο οποίος απευθύνεται σε εκπαιδευτικούς, αναφέρθηκαν στη συλλογή, την αφαίρεση, την ανάλυση και αναπαράσταση των δεδομένων, στην τμηματοποίηση του προβλήματος, στην προσομοίωση και τον παραλληλισμό και τέλος στον αυτοματισμό, στους αλγόριθμους και τις διαδικασίες τους (ISTE, CSTA, & NSF, 2011). Τέλος, το 2012 η ομάδα Computing at School Working εξέδωσε Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (Α.Π.Σ.) το οποίο απευθυνόταν στη διδασκαλία της Επιστήμης των Υπολογιστών στο Ηνωμένο Βασίλειο. Στην αναφορά τους για την ΥΣ επισήμαναν ότι αυτή περιλαμβάνει την ικανότητα αποσφαλμάτωσης και δοκιμής, ενώ γίνεται ταυτόχρονα η χρήση των όρων της μοντελοποίησης, της τμηματοποίησης και της γενίκευσης, όροι που πιστεύουν ότι συγκροτούν τη νοητική λειτουργία της αφαίρεσης (Computing at School Working Group, 2012).

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να γίνει επεξήγηση των εννοιών που αναφέρθηκαν. Σχετικά με την αφαιρετική σκέψη, αυτή λαμβάνει χώρα ταυτόχρονα με τον προγραμματισμό και καθορίζει ποιες λεπτομέρειες θα αγνοηθούν και σε ποιες θα

δοθεί ιδιαίτερη προσοχή (Lee, και συν., 2011; Ψυχάρης, Κοτζαμπασάκη, & Καλοβρέκτης, 2018). Όσον αφορά για την αλγοριθμική σκέψη, μέσω αυτής δίνεται λύση σε ένα πρόβλημα μέσω σαφούς καθαρισμού του προβλήματος (Grover & Pea, 2013; Angeli, et al., 2016). Η αυτοματοποίηση δίνει την δυνατότητα να εκτελεστούν επαναλαμβανόμενες εντολές γρήγορα και αποδοτικά χρησιμοποιώντας τον υπολογιστή (Allan, et al., 2010; Lee, et al., 2011), ενώ η τμηματοποίηση του προβλήματος σχετίζεται με τον τεμαχισμό σε μικρότερα μέρη με αποτέλεσμα να λυθεί το επιμέρους πρόβλημα (Ψυχάρης, Κοτζαμπασάκη, & Καλοβρέκτης, 2018). Τέλος, η αποσφαλμάτωση είναι η συστηματική εφαρμογή ανάλυσης και αξιολόγησης χρησιμοποιώντας τη δοκιμή και τη λογική σκέψη έτσι ώστε να επαληθευτούν τα αποτελέσματα (Grover & Pea, 2013) και μέσω της γενίκευσης προσδιορίζονται πρότυπα, ομοιότητες και συνδέσεις με αποτέλεσμα τη γρήγορη επίλυση παρόμοιων προβλημάτων (Angeli, et al., 2016).

Στον πίνακα 2 αντιπαρατίθενται συνοπτικά οι έννοιες / δεξιότητες που έχουν προταθεί από τους επιστήμονες για την ΥΣ καθώς και ο ορισμός αυτών των εννοιών.

Πίνακας 2. Έννοιες της ΥΣ

Έννοιες ΥΣ	Ορισμοί	Ερευνητές
Αλγόριθμοι / Αλγοριθμική Σκέψη	Η Αλγοριθμική Σκέψη είναι ο τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται μία σειρά βημάτων (αλγόριθμοι) με σκοπό την επίλυση ενός προβλήματος. (Bocconi, Chiocciariello, Dettori, Ferrari, & Engelhardt, 2016)	Wing, 2006 ISTE, CSTA, & NSF, 2011 Computing at School Working Group, 2012 Grover & Pea, 2013 Selby & Woollard, 2013 Angeli, και συν., 2016
Αφαίρεση	Η διαδικασία κατά την οποία ένα αντικείμενο είναι πιο κατανοητό	Wing J. M., 2006 Lee, και συν., 2011

	<p>μειώνοντας τις περιττές πληροφορίες. Με αυτόν τον τρόπο η επίλυση προβλήματος θα είναι ευκολότερη.</p> <p>(Csizmadia, και συν., 2015)</p>	<p>ISTE, CSTA, & NSF, 2011</p> <p>Computing at School Working Group, 2012</p> <p>Selby & Woollard, 2013</p> <p>Angeli, et al., 2016</p> <p>Psycharis, Kalovrektis, & Xenakis, 2020</p>
Αποσύνθεση/ Τμηματοποίηση του Προβλήματος	<p>Ο τεμαχισμός ενός προβλήματος σε μικρότερα μέρη έτσι ώστε να είναι περισσότερο κατανοητό και εύκολα διαχειρίσιμο.</p> <p>(Csizmadia, και συν., 2015)</p>	<p>Wing J. M., 2006</p> <p>Ater-Kranov, Bryant, Orr, Wallace, & Zhang, 2010</p> <p>Barr & Stephenson, 2011</p> <p>ISTE, CSTA, & NSF, 2011</p> <p>Computing at School Working Group, 2012</p> <p>Selby & Woollard, 2013</p> <p>Angeli, και συν., 2016</p> <p>Ψυχάρης, Κοτζαμπασάκη, & Καλοβρέκτης, 2018</p> <p>Harimurti, Ekohariadi, Munoto, & Asto, 2019</p>
Αυτοματοποίηση/ Αυτοματισμός	<p>Η χρήση υπολογιστών ή μηχανών για την εφαρμογή δύσκολων και</p>	<p>Allan, και συν., 2010</p> <p>Lee, και συν., 2011</p>

	χρονοβόρων εργασιών. (ISTE, CSTA, & NSF, 2011)	
Παραλληλισμός	Η ταυτόχρονη εκτέλεση των εργασιών γίνεται με την οργάνωση των πόρων έτσι ώστε να επιτευχθεί ένας κοινός στόχος. (ISTE, CSTA, & NSF, 2011)	Barr & Stephenson, 2011
Προσομοίωση	Η αναπαράσταση μιας διεργασίας και η εκτέλεση πειραμάτων με τη χρήση μοντέλων. (ISTE, CSTA, & NSF, 2011)	Barr & Stephenson, 2011
Ανάλυση, Συλλογή και Αναπαράσταση Δεδομένων	Η διαδικασία συλλογής, ερμηνείας, απεικόνισης και οργάνωσης δεδομένων καθώς και η εξαγωγή συμπερασμάτων. (ISTE, CSTA, & NSF, 2011)	Grover & Pea, 2013 Psycharis, Kalovrektis, & Xenakis, 2020
Γενίκευση Προτύπων	Σχετίζεται με τον προσδιορισμό μοτίβων, ομοιοτήτων και συνδέσεων από το συγκεκριμένο σε μία	Wing J. M., 2006 Computing at School Working Group, 2012 Angeli, και συν., 2016

	<p>ευρύτερη εφαρμογή (Selby & Woollard, 2013). Επίσης, είναι ένας τρόπος γρήγορης επίλυσης νέων προβλημάτων που βασίζονται σε προηγούμενες λύσεις ή εμπειρίες (Csizmadia, και συν., 2015).</p>	
Αποσφαλμάτωση	<p>Η συστηματική εφαρμογή ανάλυσης και αξιολόγησης χρησιμοποιώντας δεξιότητες όπως δοκιμές, ανίχνευση και λογική σκέψη για πρόβλεψη και επαλήθευση των αποτελεσμάτων. (Csizmadia, και συν., 2015)</p> <p>Η διαδικασία κατά την οποία εντοπίζονται και εξαλείφονται τα λάθη. (ISTE, CSTA, & NSF, 2011)</p>	<p>Wing J. M., 2006</p> <p>Computing at School Working Group, 2012</p> <p>Grover & Pea, 2013</p> <p>Angeli, και συν., 2016</p>
Αξιολόγηση	<p>Η αξιολόγηση της απόδοσης ενός έργου ή προβλήματος.</p>	<p>Denning P. J., 2009</p>
Μοντελοποίηση	<p>Η διαδικασία αναπαράστασης ενός</p>	<p>Computing at School Working Group, 2012</p>

	αντικειμένου, που περιλαμβάνει όλα όσα είναι απαραίτητα για έναν συγκεκριμένο σκοπό.	
Κριτική Σκέψη	Η συστηματική και καλά τεκμηριωμένη διατύπωση των κρίσεων και των απόψεων. (Catlin & Woollard, 2014)	Selby & Woollard, 2013 Catlin & Woollard, 2014

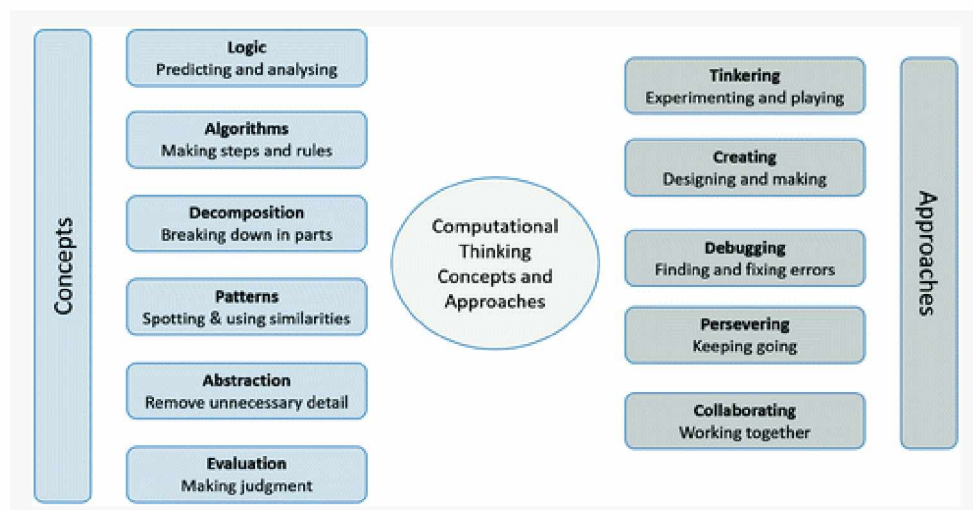
Εκτός από τις έννοιες/δεξιότητες της Υπολογιστικής Σκέψης, αυτή διέπεται από ορισμένες αρχές. Αρχικά, ως πρώτη αρχή θεωρείται η αλγοριθμική σκέψη όπου ακολουθούνται ορισμένα βήματα για την λύση ενός προβλήματος. Ακολουθεί η αναπαράσταση του σύνθετου προβλήματος και η αποσύνθεση, δηλαδή η τμηματοποίηση του σύνθετου προβλήματος σε μικρότερα μέρη. Συνακόλουθα είναι η συλλογή και η ανάλυση των δεδομένων και η ταυτόχρονη επεξεργασία μιας εργασίας. Αφού επιτευχθεί αυτό, ελέγχεται η ροή, η οποία κατευθύνει τα βήματα ενός αλγορίθμου, γίνεται σταδιακή και επαναληπτική κατασκευή μικρών τμημάτων του προβλήματος, εκτελούνται δοκιμές και καθορίζονται τα προβλήματα και τέλος γίνεται επεξεργασία για την κατανόηση κάθε τμήματος του κώδικα (Weese & Feldhausen, 2017).

Για την διδασκαλία της Υπολογιστικής Σκέψης είναι αρκετό να επιτευχθεί η διδαχή της επίλυσης των προβλημάτων (Problem Solving). Στην επίλυση των προβλημάτων χρησιμοποιούνται γνωστικά και φυσικά μέσα. Πολλοί συγγραφείς συνεχίζουν να περιγράφουν την Υπολογιστική Σκέψη ως ένα υβριδικό τρόπο σκέψης, συνδυάζοντας λογική, αφηρημένη, μοντελοποίηση και εποικοδομητική σκέψη (Weese & Feldhausen, 2017).

Εκτός από τις έννοιες και τις δεξιότητες της ΥΣ, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι πρακτικές Υπολογιστικής Σκέψης (Psycharis, Kalovrektis, & Xenakis, 2020). Σύμφωνα με τους ερευνητές (Dede, Mishra, & Voogt, 2013) προτείνονται ως υπολογιστικές πρακτικές η αφαίρεση, η ανάλυση προβλημάτων και αντικειμένων, η επικοινωνία, η συνεργασία, η ανάπτυξη των υπολογιστικών τεχνουργημάτων (artifacts) καθώς και η σύνδεση των υπολογιστών. Σχετικά με την αφαίρεση, οι μαθητές την χρησιμοποιούν έτσι ώστε να αναπτυχθούν μοντέλα και προσομοιώσεις φυσικών και τεχνητών φαινομένων. Επίσης, την χρησιμοποιούν για να κάνουν προβλέψεις για τον φυσικό κόσμο και να αναλυθεί η εγκυρότητα και η αποτελεσματικότητά τους. Όσον αφορά τη δεύτερη πρακτική, τα αποτελέσματα του υπολογισμού, οι υπολογιστικές τεχνικές και στρατηγικές μπορούν να γίνουν κατανοητές σχετικά με αυτό που παράγουν. Οι μαθητές σχεδιάζουν και παράγουν λύσεις, μοντέλα και αντικείμενα, και αξιολογούν και αναλύουν τη δική τους υπολογιστική εργασία καθώς και το υπολογιστικό έργο που έχουν δημιουργήσει άλλοι. Πιο συγκεκριμένα, αξιολογούν μια προτεινόμενη λύση σε ένα πρόβλημα, εντοπίζουν και διορθώνουν τα σφάλματα, εξηγούν πώς λειτουργεί ένα αντικείμενο και τέλος αιτιολογούν την καταλληλότητα και την ορθότητα. Η επικοινωνία περιλαμβάνει γραπτές και προφορικές περιγραφές που υποστηρίζονται από γραφήματα, οπτικοποιήσεις και από την υπολογιστική ανάλυση. Δηλαδή, οι μαθητές περιγράφουν τον υπολογισμό και τον αντίκτυπο της τεχνολογίας και του υπολογισμού, εξηγούν και αιτιολογούν τον σχεδιασμό και την καταλληλότητα των υπολογιστικών επιλογών τους και τέλος αναλύουν και περιγράφουν τόσο τα υπολογιστικά τεχνουργήματα όσο και τα αποτελέσματα αυτών των αντικειμένων.

Για να επιτευχθεί η καινοτομία, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η συνεργασία. Οι μαθητές είναι σημαντικό να συνεργαστούν με έναν άλλον μαθητή για την επίλυση ενός υπολογιστικού προβλήματος και για την παραγωγή ενός τεχνουργήματος. Σχετικά με την ανάπτυξη των υπολογιστικών τεχνουργημάτων είναι απαραίτητο να επισημανθεί ότι με τη χρήση του υπολογιστή η δημιουργία έχει πολλές μορφές, που κυμαίνονται από ανακατασκευή ψηφιακής μουσικής και τη δημιουργία κινούμενων σχεδίων σε αναπτυσσόμενους ιστοτόπους, προγράμματα και άλλα. Οι μαθητές σε αυτό το μάθημα ασχολούνται με τις δημιουργικές πτυχές της πληροφορικής σχεδιάζοντας και αναπτύσσοντας ενδιαφέροντα υπολογιστικά αντικείμενα, καθώς και εφαρμόζοντας τεχνικές υπολογισμού για την επίλυση δημιουργικών προβλημάτων.

Τέλος, σχετικά με την πρακτική που αναφέρεται στη σύνδεση των υπολογιστών οι μαθητές προσδιορίζουν τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει η πληροφορική στην κοινωνία, στο άτομο και στην καινοτομία, περιγράφουν την σύνδεση που υπάρχει μεταξύ ανθρώπων και υπολογιστών και προσδιορίζουν και επεξηγούν τις συνδέσεις μεταξύ των υπολογιστικών εννοιών.



Εικόνα 21. Αρχές ΥΣ - Έννοιες και Προσεγγίσεις (Djurdjevic-Pahl, Pahl, Fronza, & El Ioini, 2017)

2.4 Οφέλη της ΥΣ

Σπουδαία κρίνεται η αναφορά στα οφέλη που απορρέουν από την ικανότητα της Υπολογιστικής Σκέψης. Θεωρείται ότι η ικανότητα ΥΣ δεν είναι οι άνθρωποι να σκέφτονται όπως οι υπολογιστές αλλά να αναπτυχθεί ένα σύνολο από τα νοητικά εργαλεία έτσι ώστε η χρήση των υπολογιστικών μεθόδων (computing) να είναι πιο αποτελεσματική για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων (Fletcher & Lu, 2009). Επιπλέον, επισημαίνεται ότι η ΥΣ προσφέρει τη δυνατότητα προβολής των φυσικών και κοινωνικών φαινομένων, παρουσιάζει καινούριους τρόπους επίλυσης των προβλημάτων, τονίζει τη δημιουργία γνώσεων και όχι τη χρήση πληροφοριών και τέλος ενισχύει τη δημιουργικότητα και την καινοτομία (Settle & Perkovic, 2010).

Ο Σύλλογος Εκπαιδευτικών της Επιστήμης Υπολογιστών (ISTE), η Διεθνής Εταιρεία για την Τεχνολογία στην Εκπαίδευση και το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών (NSF) παραθέτουν ότι οι δεξιότητες ΥΣ ενισχύονται από την αυτοπεποίθηση για την αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας, την επιμονή στην επίλυση σύνθετων προβλημάτων, την ανοχή στην ασάφεια, την ικανότητα για την αντιμετώπιση ανοιχτών προβλημάτων και τέλος την ικανότητα για επικοινωνία και συνεργασία για

την επίτευξη του κοινού στόχου (ISTE, CSTA, & NSF, 2011). Συνακόλουθα αξίζει να αναφερθεί ότι η ΥΣ προσφέρει την ικανότητα κριτικής σκέψης, του αναστοχασμού, της προφορικής και γραπτής επικοινωνίας, της συνεισφοράς στην κοινωνία και της ικανότητα χρήση των υπολογιστών (Computing at School Working Group, 2012).

Τέλος, η Wing (2011) επιδεικνύει ότι τα οφέλη των μαθητών από την ανάπτυξη της ΥΣ είναι η κατανόηση ενός προβλήματος με τη χρήση Υπολογιστικών μεθόδων, η ικανότητα αξιολόγησης αλλά και περιορισμού των κατάλληλων υπολογιστικών εργαλείων και τεχνικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επίλυση ενός προβλήματος, η ικανότητα προσαρμογής ή επέκτασης της χρήσης ενός υπολογιστικού εργαλείου, η εφαρμογή των υπολογιστικών στρατηγικών και τέλος η δυνατότητα να εντοπίζονται οι περιπτώσεις στις οποίες μία υπολογιστική μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα καινοτόμο εργαλείο.

2.5 Αξιολόγηση ΥΣ

Η δυνατότητα στήριξης μιας μελέτης ή μιας δραστηριότητας σε επικυρωμένα όργανα μέτρησης είναι κάτι απαραίτητο και πολύτιμο σε οποιονδήποτε ερευνητικό τομέα (Román-González, Pérez-González, & Jiménez-Fernández, 2017). Έτσι και η αξιολόγηση της ΥΣ έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον της εκπαιδευτικής κοινότητας, όμως η έρευνα βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο (Mühling, Ruf, & Hubwieser, 2015). Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η δημιουργία κατάλληλων εργαλείων αξιολόγησης για την ΥΣ είναι απαραίτητη για να μπορεί να ενσωματωθεί καλύτερα στη σχολική τάξη (Grover & Pea, 2013). Τα τελευταία χρόνια υπάρχουν μερικές αξιοσημείωτες προσπάθειες μέτρησης και αξιολόγησης της Υπολογιστικής Σκέψης (Román-González, Pérez-González, & Jiménez-Fernández, 2017).

2.5.1 Πρωτόκολλα Αξιολόγησης της ΥΣ

Οι ερευνητές που έχουν ασχοληθεί μέχρι στιγμής με την αξιολόγηση της ΥΣ θεωρούν ότι για να επιτευχθεί αυτό είναι απαραίτητο να υπάρχουν συγκεκριμένοι μέθοδοι μέτρησης (González, 2015). Για την εκτίμηση της ικανότητας της ΥΣ αλλά και του επιπέδου σκέψης των μαθητών γίνεται η αξιολόγηση των τελικών προϊόντων τους, όπως είναι το πρόγραμμα, τα παιχνίδια, τα μοντέλα και η επίλυση προβλήματος (Repenning, Webb, & Ioannidou, 2010; Denner & Werner, 2011). Βέβαια, κάποιοι ερευνητές υπογραμμίζουν ότι για τη μέτρηση της ΥΣ αποτελεί χρήσιμη στρατηγική η

διαδικασία εντοπισμού σφαλμάτων (Ioannidou, Repenning, & Webb, 2009; Games, 2010).

Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα πρωτόκολλα αξιολόγησης που αναλύθηκαν από τους ερευνητές και τα οποία εφαρμόστηκαν στις έρευνές τους.

2.5.1.1 *Planning for the Assessment of Computational Thinking (PACT)*

Ο στόχος της αξιολόγησης βασισμένη σε αρχές για την Υπολογιστική Σκέψη (PACT) (Snow, Tew, Katz, & Feldman, 2012) είναι να αξιοποιήσει τη διεπιστημονική εμπειρία για τη δημιουργία ενός πλαισίου αξιολόγησης και για το σχεδιασμό προτύπων για την ΥΣ. Κατά τη διερεύνηση ενός πλαισίου αξιολόγησης της ΥΣ, μία ομάδα από το University of Oregon Αμερικής (2011) πρότεινε τρία σχεδιαστικά πρότυπα. Αυτά είναι ο σχεδιασμός και η υλοποίηση, η εφαρμογή αφηρημένων μοντέλων και η ανάλυση του υπολογιστικού έργου. Για κάθε ένα από τα πρότυπα, προτείνεται το πεδίο γνώσης δεξιοτήτων και συμπεριφορών, τα προϊόντα εργασίας, οι πιθανές παρατηρήσεις και τα γνωρίσματα του έργου.

2.5.1.2 *Fairy Performance Assessment*

Η αξιολόγηση Fairy Assessment πραγματοποιήθηκε από μία ομάδα ερευνητών στο πανεπιστήμιο Santa Cruz στην Καλιφόρνια (Werner, Denner, & Campe, 2012). Η συγκεκριμένη αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε για να μετρήσει την αντίληψη των μαθητών σε περιβάλλοντα προγραμματισμού αλλά και την κατανόησή τους σχετικά με την ΥΣ. Οι ερευνητές εστίασαν κυρίως στις διαδικασίες της αφαίρεσης, της μοντελοποίησης και της αλγοριθμικής σκέψης (Román-González, Pérez-González, & Jiménez-Fernández, 2017). Τα τρία στάδια της έρευνας ήταν:

1. Κατανόηση (comprehension), η οποία σχετιζόταν με τα προγράμματα αλλά και με την ικανότητα αλλαγών στο πρόγραμμα σύμφωνα με τις οδηγίες.
2. Σχεδιασμός (Design), ο οποίος αφορούσε την οικοδόμηση προγραμμάτων αλλά και τη χρήση των δεξιοτήτων για την επίλυση προβλημάτων.
3. Επίλυση Προβλημάτων (Problem Solving), σύμφωνα με την οποία η μάθηση έχει ως στόχο την απόκτηση δεξιοτήτων για την επίλυση προβλημάτων.

Οι μαθητές έπρεπε να κατανοήσουν τα γεγονότα, να αναγνωρίσουν τα λάθη, να σκεφτούν αλγοριθμικά και τέλος να λύσουν τα λάθη. Για τη συλλογή των δεδομένων

συλλέχθηκαν ερωτηματολόγια με κλίμακα κατάταξης (0 έως 10) στην αρχή και στο τέλος του προγράμματος (Werner, Denner, & Campe, 2012).

2.5.1.3 Pathways to Revitalized Undergraduate Computing Education (CPATH)

Η έρευνα αυτή επικεντρώθηκε σε μαθήματα τα οποία υποστηρίζουν τους μαθητές για να ερευνήσουν τον κόσμο από νέες καινοτόμες οπτικές, να μάθουν χρήσιμους τρόπους σκέψης και να αναπτυχθούν τόσο ως μαθητές όσο και ως πολίτες. Η επιλογή των ατόμων στην έρευνα έγινε τυχαία από διαφορετικά τμήματα έτσι ώστε να συνεργαστούν μεταξύ τους αποσκοπώντας στην κατανόηση και την ενσωμάτωση της ΥΣ στα μαθήματα.

Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε είχε τη μορφή πίνακα όπου αναφέρονταν στις έννοιες της ΥΣ, όπως αλγόριθμοι, προγραμματισμός, ανάπτυξη, δεδομένα και αναπαράσταση δεδομένων, υλικό, επικοινωνία και δίκτυα και πληροφορική. Οι ερευνητές τοποθετούσαν μία γραμμή, η οποία αντιπροσώπευε το επίπεδο προόδου του μαθητή, ανάλογα με τη βαθμίδα της εκπαίδευσης (Heines, Goldman, Jeffers, Fox, & Beck, 2008).

Σε μια άλλη έρευνα, οι ερευνητές εστίασαν και αυτοί στην αξιολόγηση CPath. Οι ερευνητές περιέγραψαν πως η συγκεκριμένη αξιολόγηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαπιστωθούν οι επιδόσεις των μαθητών στο πρόγραμμα του υπολογιστή που χρησιμοποιείται στην έρευνα αλλά και να ελεγχθεί η κατάκτηση των δεξιοτήτων της Υπολογιστικής Σκέψης. Ακόμη, υποστήριζαν ότι η αξιολόγηση Cpath δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να ελέγξουν αν οι μαθητές έχουν κατακτήσει δεξιότητες σε διάφορα επίπεδα και αν έχει επιτευχθεί και υλοποιηθεί ο στόχος τους και περιλαμβάνει αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των εννοιών και των αρχών της ΥΣ. Αυτές αναπαρίστανται με τη μορφή εννοιολογικού χάρτη (Selby, Dorling, & Woollard, 2014).

2.5.1.4 Real Time Assessment of Computational Thinking (REACT)

Η αξιολόγηση της ΥΣ σε πραγματικό χρόνο (REACT) χρησιμοποιείται ως ένα εργαλείο διαμορφωτικό και σε πραγματικό χρόνο, το οποίο αποτυπώνει τις γνώσεις των μαθητών για τις έννοιες ΥΣ χρησιμοποιώντας παιχνίδια και προσομοιώσεις.

Στόχοι της συγκεκριμένης αξιολόγησης που πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο είναι η δημιουργία ενός διαδικτυακού συστήματος, το οποίο θα λειτουργεί σε

ηλεκτρονικό υπολογιστή αλλά και σε κινητές συσκευές, η άμεση ενημέρωση των εκπαιδευτικών για την επίδοση των μαθητών και τέλος η παροχή στους εκπαιδευτικούς χρήσιμων αναπαραστάσεων της συνολικής αλλά και της ατομικής προόδου των μαθητών. Αυτοί οι στόχοι είναι ιδιαίτερα σημαντικοί διότι οι εκπαιδευτικοί έχουν μια συνολική εικόνα της προόδου των μαθητών, ενώ ταυτόχρονα μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις για την βελτίωση της παρεχόμενης εκπαίδευσης.

Η αξιολόγηση σε πραγματικό χρόνο περιλαμβάνει την εισαγωγή κειμένου σε ελεύθερη μορφή αλλά και ένα σύστημα επιλογής το οποίο επιτρέπει τους μαθητές να υποβάλλουν ατομικά τις απαντήσεις τους σε ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών που έχει θέσει ο εκπαιδευτικός. Το σύστημα καθ' όλη την διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας παρουσιάζει τις επιδόσεις του κάθε μαθητή με διάφορα χρώματα.

Αυτή η μορφή αξιολόγησης χρησιμοποιήθηκε σε μία έρευνα (Koh, Basawapatna, Nickerson, & Repenning, 2014), στην οποία είχαν ως στόχο να παρατηρήσουν την ανταπόκριση των μαθητών στις έννοιες της Υπολογιστικής Σκέψης σε πραγματικό χρόνο. Όλοι οι συμμετέχοντες της έρευνας ήταν μαθητές της Έκτης τάξης του Δημοτικού που είχαν λίγη έως και καθόλου εμπειρία στον προγραμματισμό. Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν αναφέρουν μια πολύ ευχάριστη και εξαιρετική εμπειρία από τους εκπαιδευτικούς οι οποίοι χρησιμοποίησαν την αξιολόγηση REACT καθώς αυτή η μορφή αξιολόγησης βοήθησε τους μαθητές να αντιμετωπίσουν τυχόν δυσκολίες που προέκυψαν.

2.5.1.5 Computational Thinking Test (CTt)

Ορισμένοι ερευνητές (Román-González, Pérez-González, & Jiménez-Fernández, 2017) διαπιστώνουν ότι υπάρχει κενό όσον αφορά την αξιολόγηση. Υποστηρίζουν ότι για να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα ενός εκπαιδευτικού προγράμματος με ενσωματωμένη την ΥΣ, είναι απαραίτητες κάποιες μέθοδοι μέτρησης της. Γι' αυτόν τον λόγο δημιούργησαν το συγκεκριμένο πρωτόκολλο αξιολόγησης.

Το συγκεκριμένο προτείνεται από τους δημιουργούς του ως κατάλληλο εργαλείο για χρήση πριν και μετά την δραστηριότητα (González, 2015; Román-González, Pérez-González, & Jiménez-Fernández, 2017). Στην αρχική έκδοση του τεστ περιλάμβανε 40 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, ενώ στη συνέχεια σε μια δεύτερη έκδοση περιλαμβάνονται 28 ερωτήσεις. Κάθε ερώτηση είναι με τέτοιον τρόπο σχεδιασμένη

έτσι ώστε να περιλαμβάνει τις πέντε διαστάσεις του τομέα δειγματοληψίας. Δηλαδή να περιλαμβάνει την υπολογιστική έννοια που απευθύνεται, το περιβάλλον – διεπαφή του αντικειμένου, εναλλακτικά στυλ ερωτήσεων, την ύπαρξη ή μη ύπαρξη ένθεσης και την απαιτούμενη εργασία. Σχετικά με την απαιτούμενη εργασία, το τεστ της Υπολογιστικής Σκέψης διαθέτει τις γνωστικές λειτουργίες που ακολουθούνται προκειμένου να επιλυθεί ένα πρόβλημα (Román-González, Pérez-González, & Jiménez-Fernández, 2017).

2.5.2 Εργαλεία για την Αξιολόγηση της ΥΣ

Κατά τον σχεδιασμό της αξιολόγησης της ΥΣ προέκυψαν από τη βιβλιογραφία τέσσερις τύποι αξιολόγησης, οι επιλεγμένες ή κατασκευασμένες ερωτήσεις απόκρισης, η αξιολόγηση του portfolio, οι συνεντεύξεις και οι έρευνες. Σε αυτούς τους τύπους συμπεριλαμβάνεται και η παραδοσιακή αξιολόγηση που γίνεται με τις επιλεγμένες ή ειδικά κατασκευασμένες ερωτήσεις (Tang, Yin, Lin, Hadad, & Zhai, 2019).

Σχετικά με τον πρώτο τύπο αξιολόγησης που είναι επιλεγμένες ή κατασκευασμένες ερωτήσεις, υπάρχουν μελέτες (Jenson & Droumeva, 2016; Flanigan, Peteranetz, Shell, & Soh, 2017; Peteranetz, Flanigan, Shell, & Soh, 2017) που επέλεξαν να αναπτύξουν ερωτήσεις με απαντήσεις πολλαπλής επιλογής ή ερωτήσεις ανοιχτού και κλειστού τύπου. Ο σκοπός επιλογής αυτού του εργαλείου έγινε για να γίνει μια ορθότερη και πλήρης αξιολόγηση με σαφή αποτελέσματα. Η χρήση αυτού του παραδοσιακού τύπου αξιολόγησης υποδηλώνει ότι αν και η ΥΣ θεωρείται μια διαδικασία γνωστικής σκέψης, πολλοί ερευνητές την θεωρούν ως προϊόν μάθησης. Κάποιοι ερευνητές (Fields, Lui, & Kafai, 2019) υποστήριζαν ότι η παραδοσιακή αξιολόγηση απέτυχε να συλλάβει τη διαδικασία της εκμάθησης της ΥΣ όταν οι μαθητές ασχολούνταν με τα πρακτικά τους projects.

Ο δεύτερος τύπος αξιολόγησης, που είναι η αξιολόγηση του portfolio, αναφέρεται σε μια σκόπιμη και συστηματική διαδικασία συλλογής διάφορων τύπων μαθητικών προϊόντων για την αξιολόγηση της επίτευξης των μαθησιακών στόχων (McMillan, 2013). Περισσότερες από το ένα τρίτο έρευνες χρησιμοποιούν τον συγκεκριμένο τύπο αξιολόγησης για να αξιολογήσουν τις δεξιότητες ΥΣ των μαθητών από τα project τους, τις σημειώσεις τους ή άλλων άμεσων παρατηρήσεων. Για να αξιολογήσει της απόδοσης των μαθητών, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν μία βαθμολογία για να δείξουν

τα επίπεδα επιτυχίας τους για κάθε μία από τις διαστάσεις της ΥΣ ή μία λίστα ελέγχου για να δείξουν ότι πληρούνται τα συγκεκριμένα κριτήρια (Tang, Yin, Lin, Hadad, & Zhai, 2019). Για παράδειγμα, σε μία έρευνα (Bers, Flannery, Kazakoff, & Sullivan, 2014) οι ερευνητές αξιολόγησαν τη γνώση των μαθητών σχετικά με τον εντοπισμό σφαλμάτων, την αλληλουχία και τη ροή ελέγχου με βάση μια βαθμολογία στο πρόγραμμα ρομποτικής του κάθε μαθητή. Μια άλλη χρήση αυτού του τύπου αξιολόγησης έγινε με τη χρήση του προγράμματος Scratch. Πιο συγκεκριμένα, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν ρούμπρικα για να αναλύσουν τα έργα των μαθητών στο Scratch σε επτά κατηγορίες, αφαίρεση και αποσύνθεση προβλημάτων, παραλληλισμός, λογική σκέψη, συγχρονισμός, αλγοριθμικές έννοιες ελέγχου ροής, χρήση διαδραστικότητας και αναπαράσταση δεδομένων και σε τρία επίπεδα, βασικό αναπτυσσόμενο, ικανό. Αυτός ο τύπος αξιολόγησης απαιτούσε μια σαφή διάκριση μεταξύ των επιπέδων απόδοσης για να αξιολογούν οι βαθμολογίες που αντιπροσωπεύει καλύτερα το επίπεδο ΥΣ ενός μαθητή (Román-González, Pérez-González, & Jiménez-Fernández, 2017). Η εφαρμογή της αξιολόγησης του portfolio μπορεί να αποτυπώσει μία ολιστική εικόνα των δεξιοτήτων που έχουν αποκτήσει οι μαθητές και επίσης μπορεί να χρησιμεύσει ως διαμορφωτική αξιολόγηση, ένα εργαλείο που παρέχει στους μαθητές ανατροφοδότηση πιθανώς ωφέλιμη για τη μελλοντική τους μάθηση και ανάπτυξη (Tang, Yin, Lin, Hadad, & Zhai, 2019).

Ο επόμενος τύπος αξιολόγησης σχετίζεται με τις συνεντεύξεις. Οι ερευνητές πραγματοποίησαν συνεντεύξεις για να διερευνήσουν την κατανόηση των συμμετεχόντων σχετικά με τις δεξιότητες CT και για κωδικοποιήσουν την συμπεριφορά τους. Στη μελέτη του Cetin (2016) οι εκπαιδευτικοί πήραν συνεντεύξεις και ενθάρρυναν τους μαθητές να εκφράσουν την εμπειρία τους στη διδασκαλία βασισμένοι στο Scratch (Cetin, 2016). Η Ατματζίδου και ο Δημητριάδης (2016) ζήτησαν από τους μαθητές να μιλήσουν κατά τη διάρκεια της επίλυσης εργασιών προγραμματισμού του ρομπότ για να ελέγξουν την στρατηγική σκέψης τους. Ανέλυσαν τις έννοιες ΥΣ που οι μαθητές χρησιμοποίησαν και τους πήραν συνέντευξη σχετικά με τις αντιλήψεις τους για τις έννοιες της ΥΣ, την κατανόηση των βασικών εννοιών προγραμματισμού και τις απόψεις τους για την ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ (Atmatzidou & Demetriadis, 2016). Οι ερευνητές συνήθως χρησιμοποιούν τις συνεντεύξεις για να υποστηρίξουν ή να επεξεργαστούν τα αποτελέσματα των παραδοσιακών ερωτήσεων ή για την αξιολόγηση του portfolio, προσδιορίζοντας τις

διαδικασίες σκέψης των μαθητών σχετικά με τη χρήση δεξιοτήτων ΥΣ, την επίλυση προβλημάτων ή δυσκολιών που αντιμετωπίσαν δουλεύοντας σε πρακτικά προγράμματα που σχετίζονται με την ΥΣ. Οι προκλήσεις της χρήσης συνεντεύξεων, από την άλλη πλευρά, περιλαμβάνουν υψηλό κόστος και μεγάλο χρονικό διάστημα τόσο πραγματοποίησης της συνέντευξης όσο και κωδικοποίησης των δεδομένων, γεγονός που καθιστά δύσκολη την ποσοτικοποίηση του (Tang, Yin, Lin, Hadad, & Zhai, 2019).

Οι έρευνες που επίσης είναι εργαλείο αξιολόγησης χρησιμοποιούνται συχνά για τη διερεύνηση συναισθηματικών ή μη γνωστικών μαθησιακών αποτελεσμάτων, ιδιαίτερα για τα κίνητρα και την απόδοση στην εκμάθηση της υπολογιστικής σκέψης. Είκοσι έξι τοις εκατό των μελετών ανέπτυξαν έρευνες που χρησιμοποίησαν ποσοτικά στοιχεία (π.χ. κλίμακα Likert) ή και ανοιχτές ερωτήσεις. Η πλειοψηφία των ερευνών σχεδιάστηκε για να συλλέξει απαντήσεις από τους μαθητές για την αυτό αναφορά, ενώ ορισμένες χορηγήθηκαν στους καθηγητές για να συλλέξουν τις αντιλήψεις τους για ΥΣ κατά τη διάρκεια παρεμβάσεων επαγγελματικής ανάπτυξης (Yadav, Mayfield, Zhou, Hambrusch, & Korb, 2014). Πραγματοποιήθηκε μία ποιοτική θεματική ανάλυση στους μαθητές με ερωτήσεις ανοιχτού τύπου για τον εντοπισμό της χρήσης των εννοιών της ΥΣ και για την κατάκτηση αυτών. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης φανέρωσαν ότι οι έρευνες σαν εργαλείο αξιολόγησης είχε πλεονεκτήματα όσον αφορά τη βολική διαχείριση, την αποτελεσματικότητα στη συλλογή των δεδομένων και στην ποσοτικοποίηση (Bower, Wood, Lai, Howe, Lister, & Mason, 2017). Βέβαια με αυτό το εργαλείο δεν είναι εύκολο να κατανοηθούν τα ενδιαφέροντα των μικρών παιδιών, διότι μπορεί να μην γίνουν κατανοητές οι ερωτήσεις. Για να καλυφθεί αυτό το κενό, η χρήση των ερευνών θα μπορούσε να συνδυαστεί με άλλες μεθόδους (π.χ. συνεντεύξεις, ομάδες εστίασης) προκειμένου να διερευνήσει τις αναδυόμενες διεξοδικές διαδικασίες σκέψης των μαθητών (Tang, Yin, Lin, Hadad, & Zhai, 2019).

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα εργαλεία αξιολόγησης που προαναφέρθηκαν και ο τρόπος που αυτά μπορούν να συνδυαστούν για να μετρήσουν ή να παρατηρήσουν αν οι μαθητές έχουν κατακτήσει την ΥΣ. Σύμφωνα με τους Tang, Yin, Lin, Hadad, & Zhai (2019) το εργαλείο που χρησιμοποιείται πιο συχνά είναι το portfolio και αμέσως

επόμενο είναι η έρευνα. Η συνδυαστική χρήση των εργαλείων δεν είναι τόσο συχνές σε σχέση με τη χρήση ενός μόνο εργαλείου.

Πίνακας 3. Εργαλεία αξιολόγησης ΥΣ και ο τρόπος χρήσης τους

Τρόποι χρήσης των εργαλείων	Εργαλεία Αξιολόγησης
Χρήση ενός εργαλείου	Παραδοσιακός τρόπος (ερωτήσεις) Portfolio Συνέντευξη Έρευνα
Συνδυασμός χρήσης εργαλείων	Ερωτήσεις + Portfolio Ερωτήσεις + Έρευνα Ερωτήσεις + Portfolio + Συνέντευξη Ερωτήσεις + Portfolio + Έρευνα Ερωτήσεις + Συνέντευξη + Έρευνα Ερωτήσεις + Portfolio + Συνέντευξη + Έρευνα Portfolio + Συνέντευξη Portfolio + Έρευνα Portfolio + Συνέντευξη + Έρευνα Έρευνα + Συνέντευξη

2.6 Υπολογιστική Σκέψη και Επιστήμες

Σε αυτή την ενότητα θα γίνει αναφορά στη σχέση που υπάρχει μεταξύ της ΥΣ και της επιστήμης και πιο συγκεκριμένα της Μηχανικής και των Μαθηματικών. Οι ερευνητές (Zhang & Luo, 2012) προτείνουν την ενσωμάτωση της Υπολογιστικής Σκέψης στη μαθηματική και στη μηχανική σκέψη καθώς και στην επιστημονική σκέψη. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η ΥΣ περιλαμβάνει το γεγονός αν ένας άνθρωπος είναι ικανός να διακρίνει διάφορα είδη αφαίρεσης και να εφαρμόσει τη μαθηματική συλλογιστική και τον σχεδιασμό στην επίλυση κάποιου προβλήματος (Sengupta, Kinnebrew, Basu, Biswas, & Clark, 2013). Έχει αναφερθεί επίσης ότι η ΥΣ είναι μια βασική επιστημονική πρακτική που οφείλεται στην αυξημένη παρουσία υπολογισμού στα μαθηματικά και γενικά στα επιστημονικά περιεχόμενα, επισημαίνοντας ότι στον ορισμό μπορεί να τοποθετηθεί στο θεωρητικό πλαίσιο η μορφή που είναι σημαντικό να λάβει στην Επιστήμη και στα Μαθηματικά (Bybee, 2014).

Η μεταφορά των υπολογιστικών εργαλείων και των πρακτικών στα μαθηματικά και στις επιστήμες στην τάξη προσφέρει στους μαθητές μια πιο ρεαλιστική άποψη σχετικά με αυτούς τους τομείς, τους προετοιμάζει καλύτερα να ακολουθήσουν μια καριέρα στους κλάδους αυτούς και ταυτόχρονα τους βοηθάει και από παιδαγωγική πλευρά. Επίσης, η προσεκτική χρήση των υπολογιστικών εργαλείων σε συνδυασμό με τις δεξιότητες των μαθητές δίνουν την ικανότητα σε αυτούς να εμβαθύνουν στην εκμάθηση των μαθηματικών και της επιστήμης γενικότερα (Psycharis, Kalonrektis, & Xenakis, 2020). Να σημειωθεί πως η ΥΣ θεωρείται βασικός επιστημονικός παράγοντας τονίζοντας την αναγκαιότητα υπολογισμού στις πρακτικές της διδασκαλίας και της μάθησης (Bybee, 2014).

Σύμφωνα με τους ερευνητές (Weintrop, και συν., 2015), η Υπολογιστική Σκέψη στα μαθηματικά και στις φυσικές επιστήμες περιλαμβάνει τις διαδικασίες συλλογής και ανάλυσης δεδομένων, την μοντελοποίηση και προσομοίωση, τις υπολογιστικές στρατηγικές και τις πρακτικές επίλυσης του προβλήματος. Οι δύο έννοιες «μοντελοποίηση» και «προσομοίωση» διαφέρουν μεταξύ τους. Όταν γίνεται μελέτη της λειτουργίας ή της συμπεριφοράς ενός συστήματος τότε πρόκειται για προσομοίωση. Διαφορετικά όταν εξετάζεται η δομή και ο σχηματισμός τότε πρόκειται για μοντέλο (Ψυχάρης, Κοτζαμπασάκη, & Καλοβρέκτης, 2018). Για να μετρήσουμε την υπολογιστική σκέψη χρησιμοποιούνται εκτιμήσεις που βασίζονται

σε τεκμηρίωση. Εκτός όμως από την αξιολόγηση η οποία βασίζεται σε αποδείξεις, οι εκπαιδευτικοί μετράνε και την αυτό-αποτελεσματικότητα των εκπαιδευόμενων. Η αυτο-αποτελεσματικότητα μπορεί να οριστεί ως η άποψη κάποιου ότι μπορεί να ολοκληρώσει ένα έργο. Η αυτο-αποτελεσματικότητα συνδέθηκε επίσης με τα μαθησιακά αποτελέσματα, καθιστώντας την αποτελεσματική αλλά και χαμηλού κόστους μέθοδο αξιολόγησης (Weese & Feldhausen, 2017).

Μερικοί ερευνητές (Barr, Harrison, & Conery, 2011; Grover & Pea, 2013) μελέτησαν διαφορές και ομοιότητες μεταξύ της ΥΣ και άλλων τύπων μάθησης. Αναλυτικότερα, σε σύγκριση με τη μαθηματική σκέψη, αυτή χρησιμοποιείται για την εφαρμογή μαθηματικών προβλημάτων. Η κύρια ομοιότητα μεταξύ της ΥΣ και της μαθηματικής σκέψης είναι η διαδικασία επίλυση προβλημάτων, η μοντελοποίηση, η ανάλυση και η ερμηνεία των δεδομένων και τα στατιστικά στοιχεία και οι πιθανότητες. Όσον αφορά τη μηχανική (Bagiati & Evangelou, 2016), αυτή περιλαμβάνει δεξιότητες που είναι χρήσιμες για την οικοδόμηση ή τον μετασχηματισμό των πραγμάτων στον πραγματικό κόσμο. Σε σύγκριση με την ΥΣ, και οι δύο επιστήμες στοχεύουν στην επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου και την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο λειτουργεί ο πραγματικός κόσμος. Σχετικά με τη σχεδιαστική σκέψη και τη σκέψη συστημάτων (Razzouk & Shute, 2012; Shute, Masduki, & Donmez, 2010), αυτές είναι υπεύθυνες για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό λύσεων και για την μοντελοποίηση συστημάτων. Εν κατακλείδι, η ΥΣ αποτελεί ένα όρο «ομπρέλα», συνδυάζοντας κι άλλες επιστήμες και τύπους μάθησης (Shute, Sun, & Asbell-Clarke, 2017).

Ένας άλλος τομέας που είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί είναι η επιστήμη των υπολογιστών και του προγραμματισμού (Czerkawski & Lyman III, 2015). Το πεδίο της επιστήμης των υπολογιστών είναι ευρύτερο από μία απλή μάθηση με τη χρήση της ΥΣ. Με αυτή την προοπτική, προτάθηκε ότι η διδασκαλία της ΥΣ δεν πρέπει να χρησιμοποιεί καθόλου γλώσσες προγραμματισμού αλλά θα πρέπει να βασίζεται σε έννοιες με τις οποίες οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι έτσι ώστε να προχωρήσουν στην επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου. Επομένως, οι δεξιότητες προγραμματισμού και επίλυσης προβλημάτων συνδέονται σε μεγάλο βαθμό, ενώ η ιδιαίτερη σχέση της ΥΣ με την επιστήμη των υπολογιστών συνεχώς εξελίσσεται (Shute, Sun, & Asbell-Clarke, 2017).

Σχετικά με την Επιστήμη της Πληροφορικής, όπως έχει προκύψει από όσα προαναφέρθηκαν, γίνεται φανερό ότι είναι η ΥΣ είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με αυτήν. Ερευνητές υποστηρίζουν πως η αφαίρεση της ΥΣ από την επιστήμη της Πληροφορικής θα έχει καταστροφικές συνέπειες αφού θα χαθεί η ταυτότητά της που την ξεχωρίζει από αποδεκτούς τρόπους σκέψης. Μάλιστα, τονίζεται πως αν αφαιρεθεί θα έχει συνέπειες και στην εκπαιδευτική διαδικασία και έτσι θα χρειαστεί περισσότερη προσπάθεια για τη διδασκαλία, ιδιαίτερα στη σημερινή εποχή που η τεχνολογία συνδέεται άρρηκτα με την εκπαίδευση και ενώ αυτό παρουσιάζει θετικά αποτελέσματα (Duncan, Bell, & Atlas, 2017).

Υποστηρικτές της ίδια άποψης αναφέρουν πως η δυνατότητα επέκτασης της ανθρώπινης σκέψης με τη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών αλλά και άλλων ψηφιακών εργαλείων αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της σύγχρονης καθημερινής ζωής. Γι' αυτόν τον λόγο όλοι οι μαθητές είναι χρήσιμο την εκπαίδευση που λαμβάνουν να τους χορηγείτε με σκοπό την ανάπτυξη δεξιοτήτων της ΥΣ, διασφαλίζοντας με αυτόν τον τρόπο την ικανότητα μεταφοράς και αξιοποίησης των γνώσεων αυτών για την επίλυση προβλημάτων της καθημερινής ζωής (Barr, Harrison, & Conery, 2011). Επιπρόσθετα, η ΥΣ περιλαμβάνει όλα τα διανοητικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην επιστήμη της Πληροφορικής φανερώνοντας τις γνωστικές δεξιότητες που χρησιμοποιούνται για την επίλυση προβλημάτων (Araujo, Santos, Andrade, Guerrero, & Dagienè, 2017).

Βάσει των όσων προαναφέρθηκαν, γίνεται σαφώς έκδηλη η σχέση που υπάρχει μεταξύ των Φυσικών Επιστημών και της Πληροφορικής και της Υπολογιστικής Σκέψης. Βέβαια φανερώνεται και ο ανεξάρτητος χαρακτήρας της ως ξεχωριστή μορφή σκέψης, αφού δανείζεται εργαλεία και μεθόδους από τους επιστήμονες που ασχολούνται με την Πληροφορική για να επιλύσει γνωστικά και επιστημονικά προβλήματα. Επομένως, αναδεικνύεται η διεπιστημονικότητα της έννοιας αυτής αλλά και μια γενικότερη επιστήμη, η λεγόμενη Υπολογιστική Επιστήμη.

2.7 Υπολογιστική Επιστήμη στην Εκπαίδευση

Ο όρος «Υπολογιστική» ισοδυναμεί με την ανάπτυξη ενός μοντέλου μέσω της αφαίρεσης, που θα προσομοιωθεί με τη μέθοδο της προσομοίωσης και θα παράγει δεδομένα τα οποία με τη σειρά τους θα συλλεχθούν, θα αναλυθούν και θα δοκιμαστούν με βάση τα πραγματικά δεδομένα. Επίσης αυτός ο όρος μπορεί να

αναφέρεται σε μία μέθοδο που εφαρμόζει η υπολογιστική Σκέψη ως πραγματικό πείραμα (Psycharis, Kalonrektis, & Xenakis, 2020). Ο Bundy (2007) υποστηρίζει ότι η ικανότητα σκέψης με υπολογιστικό τρόπο είναι χρήσιμη για την εννοιολογική κατανόηση σε κάθε τομέα μέσω των διαδικασιών επίλυσης προβλημάτων και αλγοριθμικής σκέψης (Bundy, 2007).

Σύμφωνα με τους (Weintrop, και συν., 2015), εισάγοντας στην εκπαίδευση, και κυρίως στις τάξεις των μαθηματικών και των επιστημών, υπολογιστικά εργαλεία και πρακτικές, οι μαθητές αποκτούν μια πιο ρεαλιστική άποψη για τους συγκεκριμένους τομείς ενώ ταυτόχρονα προετοιμάζονται καλύτερα για την ενασχόλησή τους με αυτούς τους τομείς. Από παιδαγωγική σκοπιά οδηγεί τους μαθητές στην εμβάθυνση της μάθησης.

Κάποιοι ερευνητές (Yasar, Veronesi, Maliekal, Little, Vattana, & Yeter, 2015) αναφέρουν ότι η Υπολογιστική Παιδαγωγική είναι ένα εγγενές αποτέλεσμα της ενσωμάτωσης της Πληροφορικής, των Μαθηματικών, της Επιστήμης και της Τεχνολογίας. Ακόμη επισημαίνεται πως η έννοια του υπολογισμού συνδέεται με τον αλγόριθμο και τον προγραμματισμό. Προτείνονται η υπολογιστική μοντελοποίηση και η προσομοίωση για τη βελτίωση της τεχνολογικής παιδαγωγικής γνώσης των εκπαιδευτικών. Ο Chande (2015) δηλώνει ότι η επιστήμη που αναπτύχθηκε αντλώντας έμπνευση από φυσικές διαδικασίες είναι πλέον σε θέση να παρακινεί τους επιστήμονες να αποκρυπτογραφήσουν τις φυσικές διεργασίες ως υπολογιστικές δραστηριότητες (Chande, 2015). Τέλος, έχει δηλωθεί πως τα έργα με προσανατολισμό στην υπολογιστική επιστήμη δίνουν έμφαση στα δεδομένα, στη μοντελοποίηση και στη υπολογιστική σκέψη (Bienkowski, Snow, Rutstein, & Grover, 2015).

Όλα αυτά που αναφέρθηκαν έχουν οδηγήσει σε μία ευρύτερη επιστήμη, την λεγόμενη Υπολογιστική Επιστήμη. Αρχικά, η Υπολογιστική Επιστήμη (CS) θεωρήθηκε γέφυρα μεταξύ διαφορετικών επιστημονικών κλάδων αλλά μόλις αναγνωρίστηκε ανέπτυξε τις δικές της μεθόδους. Η Υπολογιστική Επιστήμη είναι η ολοκλήρωση των Μαθηματικών, της επιστήμης των υπολογιστών και οποιαδήποτε άλλης πειθαρχίας για την εξερεύνηση αυθεντικών και σύνθετων προβλημάτων (Psycharis, Kalonrektis, & Xenakis, 2020). Σύμφωνα με τον Juszczak (2015), δηλώνει ότι η Υπολογιστική Επιστήμη για την ανάλυση σύνθετων συστημάτων και σύνολο δεδομένων, τόσο στις

φυσικές όσο και στις κοινωνικές επιστήμες, είναι διαφορετική από τη χρήση υπολογιστών. Αντίθετα, υποστηρίζει ότι είναι μια μη εμπειρική επιστήμη. Τα δεδομένα που συλλέγονται στην Υπολογιστική Επιστήμη είναι το αποτέλεσμα προσομοιώσεων και εικονικών πειραμάτων. Η βασική διάκριση μεταξύ μιας Υπολογιστικής Επιστήμης και μιας Επιστήμης που χρησιμοποιεί τον υπολογισμό είναι στη φύση των στοιχείων. Δηλαδή, η παραδοσιακή επιστήμη και ο επιστημονικός πειραματισμός χρησιμοποιούν τον υπολογισμό για να βοηθήσουν στην αναλυτική και πειραματική διαδικασία, ως κατώφλι αλήθειας, δηλαδή με εμπειρικά στοιχεία. Η Υπολογιστική Επιστήμη, από την άλλη πλευρά, διεξάγει πειράματα που είναι σχεδόν αληθινά και επιχειρεί να χρησιμοποιήσει δεδομένα σχετικά με τον πραγματικό κόσμο προκειμένου να πραγματοποιήσει πραγματικά πειράματα σε ένα εικονικό σύμπαν (Juszcak, 2015).

Η υπολογιστική επιστήμη συνδυάζει την επιστημονική οπτικοποίηση, τις μεθόδους βελτιστοποίησης, τον προγραμματισμό, τη μοντελοποίηση, την προσομοίωση με τη χρήση του υπολογιστή και τους υπολογισμούς «υψηλού» επιπέδου (Ψυχάρης, Κοτζαμπασάκη, & Καλοβρέκτης, 2018). Όλα αυτά που προαναφέρθηκαν οδήγησαν στην εξαγωγή δύο εννοιών, της υπολογιστικής προσέγγισης και του υπολογιστικού πειράματος (Υ.Π). Σε αυτήν την υπολογιστική προσέγγιση, το μοντέλο, η προσομοίωση και το υπολογιστικό πείραμα παίρνουν τη θέση του «κλασικού» πειράματος (Landau, Páez, & Bordeianu, 2008). Παρατηρώντας την εννοιολογική εξέλιξη του όρου της ΥΣ διακρίνονται τα χαρακτηριστικά της καθώς και ο τρόπος που συνδέεται με την Υπολογιστική Επιστήμη μέσω της υπολογιστικής μοντελοποίησης (Ψυχάρης, Κοτζαμπασάκη, & Καλοβρέκτης, 2018). Αυτό ήταν και το χαρακτηριστικό που διαχωρίζει την υπολογιστική επιστήμη από τις επιστήμες των μαθηματικών και της μηχανικής (Denning P. J., 2017).

2.8 Έρευνες

Με βάση την προαναφερθείσα ανασκόπηση της βιβλιογραφία, έγινε φανερό ότι οι ερευνητές παρουσιάζουν κοινά σημεία τόσο στην έννοια όσο και στις στρατηγικές της Υπολογιστικής Σκέψης και επίσης ισχυρίστηκαν ότι έχει ενσωματωθεί με επιτυχία στην εκπαίδευση (Grover & Pea, 2013). Σε αυτό το σημείο είναι χρήσιμο να αναφερθούν ορισμένες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν και οι οποίες είχαν σαν στόχο την παρουσίαση και συζήτηση διδακτικών προσεγγίσεων για την ανάπτυξη της ΥΣ των μαθητών. Για την επίτευξη αυτού του στόχου συμβάλει σημαντικά η

προσέγγιση STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), αφού αυτή συνδέεται άρρηκτα με την Υπολογιστική Σκέψη. Η συγκεκριμένη προσέγγιση θα αναλυθεί διεξοδικά στο επόμενο κεφάλαιο.

Έρευνες που ασχολούνται με μαθητές μικρής ηλικίας (4 – 6 ετών), ζητούν από τους μαθητές να κατασκευάσουν απλά ρομποτικά έργα έτσι ώστε να εξοικειωθούν με τη μηχανική, την τεχνολογία και τον προγραμματισμό των ηλεκτρονικών υπολογιστών και για να αναπτύξουν δεξιότητες ΥΣ, προσδίδοντας θετικά αποτελέσματα (Bers M. U., 2010; Bers, Flannery, Kazakoff, & Sullivan, 2014). Σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε πενήντα τρία (53) παιδιά νηπιαγωγείου, χρησιμοποιήθηκαν τα ρομπότ Lego WeDo και η γλώσσα προγραμματισμού CHERP (Creative Hybrid Environment for Robotics Programming - Δημιουργικό Υβριδικό Περιβάλλον για Προγραμματισμό Ρομποτικής). Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας φανέρωσαν ότι τα παιδιά συμμετείχαν ενεργά και κατανόησαν τις βασικές έννοιες και δομές της ΥΣ που σχετίζονταν με την ακολουθία και την πηγή των σωστών εντολών (Grover & Pea, 2013). Παρόμοια μελέτη πραγματοποιήθηκε με είκοσι επτά (27) παιδιά νηπιαγωγείου από την οποία εξήχθη το συμπέρασμα ότι υπήρχε βελτίωση των βαθμολογιών που σημείωσαν οι μαθητές από την πρώτη μέχρι την τελική δραστηριότητα (Kazakoff, Sullivan, & Bers, 2012).

Επιπρόσθετα, μία έρευνα (Weese & Feldhausen, 2017) πραγματοποιήθηκε σε μαθητές της πέμπτης και έκτης βαθμίδας της εκπαίδευσης. Σε αυτούς χρησιμοποιήθηκε το περιβάλλον προγραμματισμού Scratch. Πραγματοποιώντας αυτήν την έρευνα, οι ερευνητές ήθελαν να ελέγξουν αν οι μαθητές διαθέτουν υπολογιστική σκέψη. Έτσι, χρησιμοποίησαν ερωτήσεις που απευθύνονταν στην ηλικία του κοινού αλλά και ερωτήσεις που αξιολογούν την αυτό-αποτελεσματικότητα των μαθητών στην επίλυση προβλημάτων. Αυτές οι ερωτήσεις πλαισιώνονται ώστε να συσχετίζονται με κατάλληλες δεξιότητες της υπολογιστικής σκέψης. Ως εκ τούτου, διοργάνωσαν την έρευνα σε τέσσερα κύρια τμήματα. Την επίλυση προβλημάτων, τις δεξιότητες, τις πρακτικές και τις επιπτώσεις του προγραμματισμού. Καθένα από αυτά τα ερωτήματα μέτρησε την αυτο-αποτελεσματικότητα σε μια κλίμακα Likert πέντε αξιών. Εκτός από αυτά τα ερωτήματα, η έρευνα επίσης περιείχε ερωτήσεις συλλογής πληροφοριών σχετικά με το φύλο, τη συμμετοχή σε δραστηριότητες STEM και στον προγραμματισμό. Τα αποτελέσματα της έρευνας

όσον αφορά την εκπαίδευση STEM και την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης ήταν θετικά.

Ακριβώς στο ίδιο μήκος κύματος πραγματοποιήθηκε και μία ακόμη έρευνα (Moreno-León, Román-González, Harteveld, & Robles, 2017), η οποία χρησιμοποιεί εργαλεία που βοηθούν τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς στην αξιολόγηση δεξιοτήτων. Πιο συγκεκριμένα, εφαρμόστηκε ένα εργαλείο που το ονόμασαν Dr. Scratch και το οποίο αναλύει έργα Scratch. Ο στόχος είναι η αξιολόγηση του επιπέδου ανάπτυξης διαφόρων πτυχών υπολογιστικής σκέψης. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας έδειξαν ισχυρούς συσχετισμούς μεταξύ αυτόματων και χειροκίνητων αξιολογήσεων. Επομένως, υποστηρίζεται πως αυτή η έρευνα αντιπροσωπεύει ένα βήμα στην επικύρωση του εργαλείου Dr Scratch ως εργαλείο για την υποστήριξη μαθητών, εκπαιδευτικών και ερευνητών στην αξιολόγηση του προγραμματισμού και των δεξιοτήτων της ΥΣ.

Επιπρόσθετα, στη βιβλιογραφία παρουσιάζεται μια ακόμη έρευνα (Brackmann, Román-González, Robles, Moreno-León, Casali, & Barone, 2017) η οποία πραγματοποιήθηκε σε σχολεία της Ισπανίας με στόχο την ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ μαθητών μέσω μιας σειράς από unplugged δραστηριότητες. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Οι πειραματικές ομάδες ήταν αυτές που συμμετείχαν στην τάξη με unplugged δραστηριότητες, ενώ οι ομάδες ελέγχου δεν παρακολούθησαν αυτές τις δραστηριότητες. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι δεξιότητες ΥΣ των μαθητών στις πειραματικές ομάδες αυξήθηκαν σημαντικά μετά την παρέμβαση, ενώ αυτό δεν επιτεύχθηκε στις ομάδες ελέγχου. Κατά συνέπεια, αυτά τα ευρήματα παρέχουν εμπειρικά στοιχεία σχετικά με την αποτελεσματικότητα της unplugged προσέγγισης για την ανάπτυξη δεξιοτήτων Υπολογιστικής Σκέψης.

Επειδή όπως έχει ήδη αποδειχθεί οι δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων είναι αρκετά σημαντικές δεξιότητες που είναι σημαντικό να αναπτύξουν τα παιδιά από μικρές κυρίως ηλικίες, κάποιοι ερευνητές (Kazimoglu, Kiernan, Bacon, & MacKinnon, 2012) κατασκεύασαν ένα ψηφιακό παιχνίδι. Οι μαθητές παίζοντας το συγκεκριμένο παιχνίδι έχουν τη δυνατότητα να εξασκηθούν και να αναπτύξουν τις δεξιότητες ΥΣ με ή χωρίς προγραμματισμό. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η πλειοψηφία των μαθητών βρήκε το παιχνίδι ενδιαφέρον. Έτσι αποδεικνύεται ότι αυτή η προσέγγιση

θα μπορούσε να αναπτύξει τις ικανότητες επίλυσης προβλημάτων των μαθητών που μαθαίνουν εισαγωγικό προγραμματισμό.

Σχετικά με μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί φανερώσουν επίσης θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη της ΥΣ. Αναλυτικότερα, πραγματοποιήθηκε μία έρευνα (Atmatzidou & Demetriadis, 2016) με τη χρήση του ρομποτικού κιτ Lego Mindstorms, έχοντας ως στόχο την ανάπτυξη δεξιοτήτων των μαθητών δύο διαφορετικών ηλικιακών ομάδων (15 και 18 ετών) για ένα ολόκληρο σχολικό έτος. Οι σαράντα τέσσερις (44) συνεδρίες που πραγματοποιήθηκαν επικεντρώθηκαν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων της ΥΣ, όπως η αποσύνθεση προβλημάτων, η αφαίρεση βασικών πληροφοριών, η γενίκευση της λύσης σε μερικά προβλήματα, η δημιουργία αλγόριθμων και η αυτοματοποίηση των διαδικασιών. Ο προγραμματισμός του ρομπότ ανέδειξε τις δεξιότητες ΥΣ και αυτές μετρήθηκαν με τη χρήση μιας ρούμπρικας. Τα ποσοτικά δεδομένα έδειξαν ότι όλοι οι συμμετέχοντες, ανεξάρτητα από την ηλικία ή το φύλο τους, βελτιώθηκαν σε αυτές τις δεξιότητες. Τα ποιοτικά δεδομένα τα οποία δημιουργήθηκαν από συνεντεύξεις και πρωτόκολλα σκέψης επιβεβαίωσαν την αποτελεσματικότητα της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην ανάπτυξη των εννοιών της ΥΣ και την αποτελεσματικότερη επίλυση προβλημάτων.

Στην έρευνα που έγινε από τον Grover (2011) αναπτύχθηκε ένα πρόγραμμα σπουδών για τη διδασκαλία της ΥΣ και τις αρχές της στα σχολεία. Τα αποτελέσματα πρόβαλαν ότι οι μαθητές που ήταν και οι συμμετέχοντες στην έρευνα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν συγκεκριμένο λεξιλόγιο αλλά και αρχές σχετικές με την ΥΣ (Grover, 2011). Σε έρευνα που συμμετείχαν μαθητές ηλικίας 10 έως 17 ετών εκ των οποίων κάποια είχαν ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες και η οποία επικεντρώθηκε στη διαδικασία της αφαίρεσης σε διαφορετικά περιβάλλοντα προγραμματισμού και σε μια βαθύτερη κατανόηση των εννοιών του προγραμματισμού, εξήγαγε το συμπέρασμα πως η ρομποτική είναι ένας μηχανισμός που μπορεί να βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό στη διδασκαλία (Touretzky, Marghitu, Ludi, Bernstein, & Ni, 2013). Το 2012 πραγματοποιήθηκε μία έρευνα η οποία εστίασε στο ρόλο που έχουν οι δραστηριότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής στους μαθητές με σκοπό να αναπτύξουν προγραμματιστική και αλγοριθμική σκέψη. Τα αποτελέσματα και από αυτήν την έρευνα ήταν αρκετά ικανοποιητικά, γεγονός που υπογραμμίζει για ακόμα μία φορά τον ρόλο της ρομποτικής ως μέσο ενσωμάτωσης πρακτικών ΥΣ,

ανεξάρτητα από το γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών διδάσκοντας τις έννοιες του σχεδιασμού, του προγραμματισμού και των δοκιμών (Penmetcha, 2012).

Συμπερασματικά, από όσα αναφέρθηκαν από την βιβλιογραφία γίνεται φανερό πως παρόλο που η έννοια της ΥΣ έχει προσελκύσει σε μεγάλο βαθμό το ερευνητικό ενδιαφέρον, η βιβλιογραφία σχετικά με την εφαρμογή της είναι λίγο περιορισμένη καθώς δεν έχει εφαρμοστεί σε μεγάλο βαθμό στην εκπαίδευση. Ακόμη, δεν έχει γίνει ακόμα ακριβής προσδιορισμός της ηλικίας που τα παιδιά είναι ικανά να εξοικειωθούν και να ενσωματώσουν τις έννοιες, όπως αφαίρεση, αυτοματοποίηση, μοντελοποίηση και άλλες. Ταυτόχρονα, οι τεχνικές αξιολόγησης για να αναπτυχθεί η Υπολογιστική Σκέψη δεν έχουν προσδιοριστεί ξεκάθαρα (Allan, και συν., 2010; Barr & Stephenson, 2011).

3. Εκπαίδευση STEM

3.1 Ορισμός και Ιστορική Αναδρομή του STEM

Η Εκπαίδευση STEM αναφέρεται στη διδασκαλία και τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών (Science), της Τεχνολογίας (Technology), της Μηχανικής (Engineering) και των Μαθηματικών (Mathematics) (Psycharis, 2018). Πολλοί ταυτίζουν το STEM με τα επιμέρους αντικείμενα που το συνθέτουν με αποτέλεσμα να χρησιμοποιήσουν αυτά για να ερμηνεύσουν τον ορισμό του, οδηγώντας με αυτόν τον τρόπο σε ανεπαρκείς προσεγγίσεις.

Το κίνημα STEM ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1990. Το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών εισήγαγε αρχικά το ακρωνύμιο SMET (Science, Mathematics, Engineering, Technology), όμως αποφάσισε να το αλλάξει για φωνητικούς λόγους σε STEM (Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios, & Vilchez-González, 2019). Το 2005 σύμφωνα με τον Friedman δημιουργήθηκε για πρώτη φορά το πτυχίο στην εκπαίδευση STEM από το Virginia Tech University απολαμβάνοντας μεγάλη επιτυχία, γεγονός που σήμαινε τη σταδιακή διεθνή επέκταση του STEM (Sanders, 2009). Το 2007 αναφέρθηκε ότι η ικανότητα STEM των μαθητών στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής ήταν λιγότερο ανεπτυγμένη σε σχέση με άλλες χώρες. Έτσι το 2009 επισημάνθηκε ότι είναι ιδιαίτερα χρήσιμο να αναπτυχθεί η ταυτότητα STEM για τη διατήρηση της οικονομικής ανταγωνιστικότητας (Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios, & Vilchez-González, 2019). Έτσι σταδιακά μεταφέρθηκε το επίκεντρο στην εκπαίδευση, η οποία θεωρείται απαραίτητο εργαλείο για να καλυφθεί η αυξανόμενη ζήτηση του ανθρώπινου κεφαλαίου στο STEM και ως εκ τούτου αποδείχθηκε ότι η συγκεκριμένη εκπαίδευση είναι απαραίτητη για το παρόν (Caprile, Palmen, Sanz, & Dente, 2015).

Οι ερευνητές Atkinson και Mayo (2010) τονίζουν τα χαρακτηριστικά της εφαρμογής της εκπαίδευσης STEM, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι υπάρχει μια τρέχουσα προσπάθεια να ενσωματώσει την επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά στην ίδια εκπαιδευτική εμπειρία και επίσης πρωταγωνιστικό ρόλο παίζει στην επιστήμη και τα μαθηματικά (Atkinson & Mayo, 2010). Το 2014 η Εθνική Ακαδημία Επιστημών συνεισφέρει ένα πλαίσιο αναφορά προκειμένου να δικαιολογήσουν την ενσωμάτωση των τεσσάρων ειδικοτήτων STEM, ενώ το 2018 αξιολογήθηκαν είκοσι τρεις εκπαιδευτικές παρεμβάσεις οι οποίες καθορίζουν σαφώς

μία εκπαίδευση STEM έτσι ώστε να καθοριστούν οι θεωρίες και οι διδακτικές πρακτικές που χρησιμοποιήθηκαν (Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios, & Vilchez-González, 2019).

Το National Science Foundation της Αμερικής θέλησε να δώσει ιδιαίτερη σημασία στις συνιστώσες του STEM θέτοντας δύο κύριους στόχους. Ο πρώτος στόχος ήταν σε επίπεδο Εθνικό, δηλαδή η ενίσχυση των απαραίτητων τεχνολογικών και μηχανικών αλλαγών, έτσι ώστε η χώρα να είναι ανταγωνιστική σε παγκόσμιο επίπεδο. Ο δεύτερος στόχος ήταν να καταφέρει ο κάθε μαθητής να κατακτήσει τις βασικές αρχές των μαθημάτων STEM αλλά και τη σύνδεση που υπάρχει μεταξύ τους, έτσι ώστε να θεωρείται ένας εγγράμματος πολίτης για την διεκδίκηση μιας θέσης εργασίας στην ενήλικη ζωή του (Chesky & Wolfmeyer, 2015). Επίσης, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι το STEM κατέχει σημαντική θέση τόσο στην Αμερική όσο και παγκοσμίως. Την πενταετία 2010-2015, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εκπονήσει σχετικές έρευνες οι οποίες φανερώνουν τόσο τις αδύναμες επιδόσεις των μαθητών σε θέματα που σχετίζονται με τις επιστήμες και τα μαθηματικά όσο και την έλλειψη καταρτισμένου εργατικού δυναμικού σε πεδία STEM. Έτσι προέκυψε η ανάγκη να ενσωματωθούν οι νέες Τεχνολογίες στην εκπαίδευση και να καταρτιστούν οι εργαζόμενοι (Καλαντζής & Τσιχουρίδης, 2019).

Ορισμένοι ερευνητές καθορίζουν την εκπαίδευση STEM ως μία προσπάθεια συνδυασμού τεσσάρων κλάδων σε ένα περιβάλλον μάθησης στο οποίο τα μαθήματα συνδέονται για την επίλυση προβλημάτων (Moore, Stohlmann, Wang, Tank, Glancy, & Roehrig, 2014). Επίσης, έχει οριστεί ότι θεωρείται ως η διδασκαλία και η μάθηση δύο ή περισσότερων γνωστικών αντικειμένων από τη σχολική ύλη (Sanders, 2009). Ακόμα καθορίζεται ως προσέγγιση διδασκαλίας δύο ή περισσότερων τομέων STEM με σκοπό τη βελτίωση της μάθησης των μαθητών (Kelley & Knowles, 2016).

Συμπερασματικά, οι σύγχρονες τάσεις της κοινωνίας και της παγκόσμιας οικονομίας θέτουν στο επίκεντρο την εκπαίδευση σε συσχέτιση με την εκπαίδευση STEM, έτσι ώστε να δημιουργηθούν πολίτες ικανοί να επιλύουν πραγματικά προβλήματα συνδυάζοντας γνώσεις από διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους. Επομένως, η εκπαίδευση STEM μελλοντικά εξελίσσεται και σε επαγγελματικό αλλά και σε ακαδημαϊκό επίπεδο, αλλά και υπάρχει πρόβλεψη για τη δημιουργία επαγγελμάτων που σχετίζονται με αυτή (Gunn, 2020).

3.2 STEM

Όπως προαναφέρθηκε το STEM είναι ένα ακρωνύμιο που περιλαμβάνει τους κλάδους της Επιστήμης, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών. Σύμφωνα με την Εθνική Ακαδημία της Μηχανικής και του Εθνικού Συμβουλίου Έρευνας (Honey, Pearson, & Schweingruber, 2014), η επιστήμη είναι η μελέτη του φυσικού κόσμου, συμπεριλαμβανομένων και των νόμων της φύσης που σχετίζονται με τη φυσική, χημεία και βιολογία, καθώς και την εφαρμογή των εννοιών που σχετίζονται με αυτούς τους κλάδους. Η γνώση από την επιστήμη ενημερώνει τη διαδικασία του σχεδιασμού της μηχανικής. Όσον αφορά την τεχνολογία, αυτή περιλαμβάνει ολόκληρο το σύστημα των ατόμων και των οργανισμών, των γνώσεων και των διαδικασιών που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία και την λειτουργία των τεχνολογικών αντικειμένων. Η Μηχανική είναι ένα σώμα γνώσης για το σχεδιασμό και τη δημιουργία των κατασκευαστικών προϊόντων και για τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων. Επίσης, η μηχανική χρησιμοποιεί έννοιες στην επιστήμη και στα μαθηματικά καθώς και τεχνολογικά εργαλεία. Τέλος, ο κλάδος των μαθηματικών είναι η μελέτη των σχέσεων μεταξύ ποσοτήτων και αριθμών. Τα μαθηματικά συνεχίζουν να αναπτύσσονται όπως και η επιστήμη με τη διαφορά ότι στα μαθηματικά η γνώση δεν ανατρέπεται. Αυτά περιλαμβάνουν αριθμούς και γενικά την αριθμητική, την άλγεβρα, τις συναρτήσεις, τη γεωμετρία, τις πιθανότητες και τα στατιστικά στοιχεία. Να σημειωθεί ότι τα μαθηματικά χρησιμοποιούν τους τρεις κλάδους που αναφέρθηκαν.

Βέβαια, είναι απαραίτητο να αναφερθεί πως η Επιστήμη και η Μηχανική που βασίζονται στην προσομοίωση θεωρούνται ως γνωστική περιοχή που παρέχει υποστήριξη για την ανάπτυξη μοντέλων στα Μαθηματικά και στη Φυσική. Η ανάπτυξη μοντέλων βασίζεται σε μαθηματικές αντιδράσεις μεταξύ επιλεγμένων μεταβλητών, ενώ οι αλγόριθμοι εφαρμόζουν το μοντέλο χρησιμοποιώντας γλώσσα προγραμματισμού. Αυτή η μεθοδολογία ονομάζεται Υπολογιστική Πειραματική Μαθηματική Μοντελοποίηση (Psycharis, Kalovrektis, & Xenakis, 2020).

3.2.1 Αλφαριθμητισμός STEM

Η εξέλιξη του όρου STEM οδήγησε στη δημιουργία και στον ορισμό του όρου «Αλφαριθμητισμός STEM», δηλαδή στην ικανότητα αναγνώρισης και εφαρμογής του περιεχομένου των γνωστικών περιοχών του STEM για κατανόηση και επίλυση προβλημάτων. Ο γραμματισμός STEM επιτυγχάνεται όταν ένας μαθητής είναι σε

θέση να εφαρμόσει αυτά που έχει κατανοήσει σχετικά με τη λειτουργία του κόσμου εντός και μεταξύ των τεσσάρων αλληλένδετων κλάδων (Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική, Μαθηματικά) με σκοπό την βελτίωση των κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών συνθηκών (Washington STEM Study Group, 2011). Αργότερα, αναφέρθηκε ότι ο γραμματισμός STEM επικεντρώθηκε στην εκπαιδευτική σφαίρα και προσανατολίστηκε στη μάθηση που βασίζεται στην επίλυση προβλημάτων (Zollman, 2012). Σύμφωνα με τον ίδιο τον ερευνητή ο γραμματισμός απαιτεί τη δυνατότητα κατανόησης και εφαρμογής περιεχομένου από τους κλάδους του STEM, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στην ανάγκη ανάπτυξης μιας σειράς ειδικών συναισθηματικών και διαδικαστικών δεξιοτήτων του STEM.

Όσον αφορά για την επιστημονική παιδεία, αυτή είναι η ικανότητα χρήσης της γνώσης στη φυσική, τη χημεία, τη βιολογία με σκοπό την κατανόηση του φυσικού κόσμου και τη συμμετοχή σε αποφάσεις που τον επηρεάζουν. Η τεχνολογική παιδεία ή αλλιώς ο τεχνολογικός αλφαριθμητισμός είναι η ικανότητα χρήσης των νέων τεχνολογιών και η κατανόηση του τρόπου ανάπτυξης των νέων τεχνολογιών και δεξιοτήτων για την ανάλυση του τρόπου με τον οποίο οι νέες τεχνολογίες επηρεάζουν τον κόσμο. Ο μηχανικός γραμματισμός είναι η ικανότητα χρήσης της συστηματικής και δημιουργικής εφαρμογής επιστημονικών και μαθηματικών αρχών σε πρακτικούς σκοπούς, όπως ο σχεδιασμός, η κατασκευή και η λειτουργία αποδοτικών και οικονομικών δομών, διαδικασιών και συστημάτων. Τέλος, ο μαθηματικός γραμματισμός είναι η ικανότητα αναλυτικής, λογικής και αποτελεσματικής επικοινωνίας ιδεών μέσω της επίλυσης και ερμηνείας λύσεων σε μαθηματικά προβλήματα (Washington STEM Study Group, 2011).

Να σημειωθεί πως ο γραμματισμός STEM δημιουργεί την ανάπτυξη των προγραμμάτων σπουδών στους τέσσερις κλάδους βάσει των πρακτικών δεξιοτήτων που αποσκοπούν στην εξάλειψη του χάσματος μεταξύ θεωρίας και πρακτικής, καθώς και τη βελτίωση των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων. Οι πρακτικές δεξιότητες της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής προσέγγισης περιλαμβάνουν την εννοιολογική γνώση και την διαδικαστική γνώση. Αυτές θεωρούνται ως κεντρικές ικανότητες για την τεχνολογική εκπαίδευση και ορίζονται ως η ικανότητα χρήσης δεξιοτήτων, τεχνικών και εργαλείων μηχανικής στον τομέα της τεχνολογίας. Επιπλέον, η πράξη της επιστήμης είναι σημαντικό να προωθεί τη μεταφορά της μάθησης μέσω της γνωστικής ανάπτυξης επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο την πραγματοποίηση

αφηρημένων εννοιών, καθώς και τη δημιουργία ψυχικών δυνάμεων των μαθητών για την ενεργό συμμετοχή τους και την ανάπτυξη του ενδιαφέροντός τους. Βέβαια, οι ερευνητές αναφέρουν επίσης ότι τα προγράμματα σπουδών STEM είναι χρήσιμο να συνοψίζουν προτάσεις στις οποίες οι μαθητές θα ενθαρρύνονται να κάνουν συνδέσεις μεταξύ του περιεχομένου και των δεξιοτήτων με σκοπό την ανάπτυξη των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων (Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios, & Vílchez-González, 2019).

Στόχος της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής προσέγγισης είναι να επιτευχθεί η «ταυτότητα STEM», δηλαδή οι μαθητές να αισθάνονται μέρος αυτής χρησιμοποιώντας τα ενδιαφέροντα και τις δεξιότητές τους, ανεξαρτήτως φυλής, πολιτισμού και φύλου. Για την επίτευξη αυτού του στόχου προτείνεται να χρησιμοποιηθεί η μηχανική ως ένα πλαίσιο για την ανάπτυξη των αναπαραστάσεων του πραγματικού κόσμου, αναπτύσσοντας επιστημονικές και μαθηματικές έννοιες με ένα διεπιστημονικό τρόπο. Ο διεπιστημονικός τρόπος επιτυγχάνεται με την χρήση πολλαπλών απεικονίσεων, όπως διάφορα μοντέλα, εικόνες, γλώσσες και σύμβολα (Moore, Miller, Lesh, Stohlmann, & Kim, 2013).

3.2.2 Επιστημολογία STEM

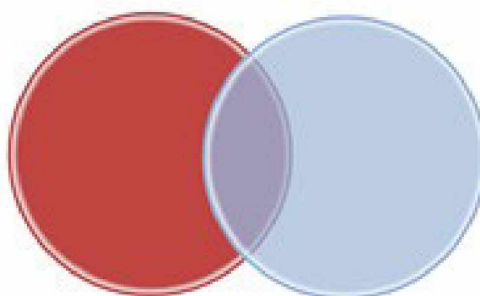
Η επιστημολογία ορίζεται ως οι τρόποι που οι άνθρωποι αποκτούν, δικαιολογούν και χρησιμοποιούν τη γνώση (Psycharis, 2018). Επίσης, ορίζεται ως ένας τρόπος συλλογισμού και κατανόησης των πραγμάτων που συναντάμε στον κόσμο (Psycharis, Kalovrektis, & Xenakis, 2020).

Σύμφωνα με τους ερευνητές (Chandler, Fontenot, & Tate, 2011), η επιστημολογία θεωρείται ως ένας τρόπος συλλογισμού και κατανόησης των πραγμάτων που υπάρχουν στον κόσμο. Η επιστημολογία της εκπαίδευσης ορίζεται ως η επιστημολογία η οποία αποτελείται από επίσημες και άτυπες οδηγίες σχετικά με την εκπαίδευση. Η επιστημολογία στη μηχανική αποτελείται από ζωντανές εμπειρίες, γνώσεις και υποθέσεις σχετικά με την πειθαρχία στη μηχανική. Ακόμη, ο όρος αυτός θεωρείται κλάδος της φιλοσοφίας που ασχολείται με τη φύση και την αιτιολόγηση της ανθρώπινης γνώσης. Οι εκπαιδευτικοί ψυχολόγοι μελετούν την επιστημολογική ανάπτυξη και τις πεποιθήσεις για να καθορίσουν με ποιον τρόπο οι μαθητές μαθαίνουν αλλά και με ποιον τρόπο οι επιστημολογικές πεποιθήσεις επηρεάζουν τις

γνωστικές διαδικασίες και την κριτική σκέψη (Psycharis & Kotzampasaki, 2017; Psycharis, 2018).

Η εκπαιδευτική αξιοποίηση των γνωστικών αντικειμένων που πραγματεύεται βασίζεται στην επιστημολογία του STEM. Το STEM είναι μια «μεταγνωστική» περιοχή, δηλαδή αποτελεί ένα νέο αντικείμενο το οποίο με τη σειρά του αποτελεί ολοκλήρωση όλων των υπόλοιπων αντικειμένων που αναφέρθηκαν. Έτσι εξάγεται ο όρος της διεπιστημονικότητας που προσφέρει μια πολύπλευρη προσέγγιση και κατανόηση των φαινομένων του κόσμου ως σύνολο (Morrison, 2016). Επειδή, λοιπόν, η διδακτική προσέγγιση STEM πραγματώνεται με την αξιοποίηση πολλών γνωστικών τομέων, οι ακριβείς όροι που θα μπορούσαν να το χαρακτηρίσουν είναι η διεπιστημονικότητα και η δια-επιστημονικότητα.

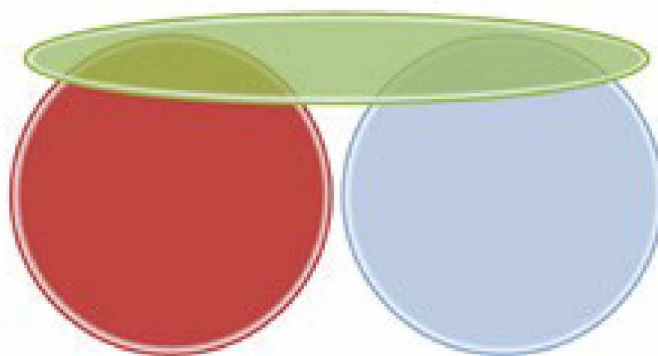
Αναλυτικότερα, με τον όρο «διεπιστημονικότητα» (interdisciplinary) θεωρείται ότι δεν είναι μόνο έρευνα σε δύο ή περισσότερους διαφορετικούς κλάδους, ούτε προσθέτει μεθοδολογίες από άλλες πειθαρχίες σε ένα ήδη διακριτικό έργο (Toomey, Markusson, Adams, & Brockett, 2015). Η διεπιστημονικότητα είναι η συνεργασία δύο ή περισσότερων γνωστικών τομέων για έναν κοινό στόχο (εικόνα 22). Αυτό πραγματώνεται με τη σύνδεση των μεθοδολογιών, των θεμάτων και των εννοιών του κάθε πεδίου με το άλλο (Ματσαγγούρας, 2002). Σύμφωνα με τον (Psycharis, 2018), η επιστημολογία STEM είναι απαραίτητο να ενσωματώνει γνώσεις, προοπτικές και ενδιαφέροντα όχι μόνο από διαφορετικούς κλάδους αλλά και από σχετικούς κοινωνικούς παράγοντες. Για να εφαρμοστεί η επιστημολογία STEM ως κοινωνικοί παράγοντες είναι σημαντικό η έρευνα STEM να εφαρμόζεται στο σχολικό περιβάλλον, ενώ στην τριτοβάθμια εκπαίδευση να εφαρμόζονται νέα προγράμματα σπουδών (Psycharis, Kalovrektis, & Xenakis, 2020).



Διεπιστημονικότητα (Interdisciplinarity)

Εικόνα 22. Η διεπιστημονικότητα (Ψυχάρης, Κοτζαμπασάκη, & Καλοβρέκτης, 2018)

Με τον όρο δια-επιστημονικότητα ή αλλιώς εγκάρσια διεπιστημονικότητα (trans-disciplinary) νοείται η διαδικασία κατά την οποία μια ομάδα καλείται να μελετήσει μια υπαρκτή κατάσταση ή να δώσει λύση σε ένα πρόβλημα. Αυτή η ομάδα αποτελείται από άτομα από διαφορετικά γνωστικά πεδία, αξιοποιώντας με αυτόν τον τρόπο θεωρίες, εργαλεία και μεθόδους από διάφορες επιστήμες. Να σημειωθεί βέβαια ότι η εγκάρσια διεπιστημονικότητα δεν στοχεύει στην κυριαρχία έναντι των άλλων γνωστικών πεδίων, αλλά προσπαθεί να αναζητήσει ποικίλες συνδέσεις και σημεία σύγκλισης μεταξύ αυτών (Ζούκης, 2019). Επιπλέον, σύμφωνα με τους ερευνητές, η διεπιστημονική προσέγγιση ασχολείται με τη δημιουργία νέων και ολοκληρωμένων γνώσεων για την αντιμετώπιση πολύπλοκων προβλημάτων του κόσμου (Nicolescu, 2002; McGregor, 2015). Η δια-επιστημονικότητα εστιάζει στους συσχετισμούς και όχι στα μεμονωμένα φαινόμενα. Στόχος είναι να μην δοθεί έμφαση μόνο στην εξειδίκευση αλλά να υπάρχουν αλληλοσυνδεόμενες διαδικασίες (εικόνα 23) (Ψυχάρης, Κοτζαμπασάκη, & Καλοβρέκτης, 2018).



Εικόνα 23. Η δια-επιστημονικότητα (Ψυχάρης, Κοτζαμπασάκη, & Καλοβρέκτης, 2018)

Οι όροι διεπιστημονικότητα και δια-επιστημονικότητα λειτουργούν συμπληρωματικά. Η διεπιστημονικότητα είναι το πρώτο στάδιο της διαδικασίας που ολοκληρώνεται ενώ η εγκάρσια διεπιστημονικότητα αποτελεί το δεύτερο στάδιο, δηλαδή στο στάδιο που οδηγεί για την αντιμετώπιση των καταστάσεων και την επίλυση προβλημάτων. Βέβαια οι δύο αυτές έννοιες δεν επιδιώκουν να εξαλείψουν ή να καταστούν κύριες έναντι των επιστημών, αλλά αντιθέτως επιδιώκεται με αυτόν τον τρόπο η διερεύνησή τους για την αναζήτηση κοινών ορίων (Ζούκης, 2019). Οι ερευνητές αναφέρουν ότι σε μια διεπιστημονική προσέγγιση η οποία βασίζεται στη συνεργασία, οι ερευνητές από διάφορους κλάδους εργάζονται για την επίλυση ενός κοινού προβλήματος. Δηλαδή οι υπάρχει συνεργασία, συνδυάζοντας τις γνώσεις τους

που ήδη κατέχουν από τους δικούς τους κλάδους για να οδηγηθούν σε μία λύση. Έτσι στο τέλος μιας διεπιστημονικής συνεργασίας, ο κάθε συνεργάτης αλλάζει και την εμπειρία του (Borrego & Newswander, 2008). Ο στόχος της ολοκληρωμένης εκπαίδευσης STEM είναι να υπάρχει ολιστική προσέγγιση που συνδέει τους κλάδους, έτσι ώστε η μάθηση να καθίσταται συνδεδεμένη, συγκεντρωμένη, ουσιαστική αλλά και να ευνοεί τους μαθητές (Psycharis, 2018).

Συνοπτικά, κάθε γνωστικό πεδίο έχει τη δική του επιστημολογία, δηλαδή έχει τις δικές του έννοιες, θεωρίες, μεθοδολογίες και μοντέλα. Στη σημερινή εποχή υπάρχουν πολλά προβλήματα τα οποία δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν από μεμονωμένα γνωστικά αντικείμενα αλλά αντίθετα χρήζουν πολύπλευρη προσέγγιση με τη χρήση της τεχνολογίας και της επιστήμης (Kelley & Knowles, 2016; Colucci-Gray, Burnard, Gray, & Cooke, 2019). Στη ίδια κατεύθυνση λοιπόν κινείται και η επιστημολογία του STEM, η οποία συνδέεται με τα αναλυτικά προγράμματα που διαθέτουν διάφορα αντικείμενα μαζί και συνεπώς προσεγγίζουν τη γνώση με διαθεματική και διεπιστημονική προσέγγιση (Psycharis, 2018).

3.2.3 Προσεγγίσεις στην Εκπαίδευση STEM

Η εκπαίδευση STEM βασίζεται σε δύο προσεγγίσεις. Αυτές είναι η προσέγγιση περιεχομένου και η ολοκλήρωση του περιβάλλοντος. Αυτές οι προσεγγίσεις επιτρέπουν στους εκπαιδευτικούς να ενσωματώσουν με ευελιξία στη σχολική τάξη τη συγκεκριμένη εκπαιδευτική προσέγγιση (Psycharis, 2018).

Σχετικά με την πρώτη προσέγγιση, αυτή επικεντρώνεται στη συγχώνευση του περιεχομένου σε μια ενιαία δραστηριότητα ή ενότητα με σκοπό να επισημανθούν οι πολλαπλές περιοχές του περιεχομένου (Moore, Miller, Lesh, Stohlmann, & Kim, 2013). Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η χρήση της ανεμογεννήτριας για την απεικόνιση και τη διδασκαλία της δύναμης μέσα σε ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον STEM. Με τη χρήση της ανεμογεννήτριας στη διδασκαλία δίνεται η δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς και στους μαθητές να διερευνήσουν τις μεταβλητές που επηρεάζουν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι εκπαιδευτικοί σε αυτήν την περίπτωση μπορούν να κατευθύνουν τον μηχανικό σχεδιασμό εξετάζοντας την κατασκευή του μοντέλου ή μπορούν να ζητήσουν από τους μαθητές να δημιουργήσουν το μοντέλο αυτό επιλέγοντας τους μεταβλητές και τη σχέση που αυτοί έχουν μεταξύ τους. Ο μηχανικός σχεδιασμός που αναφέρθηκε περιλαμβάνει το σχεδιασμό ενός πρωτότυπου σύμφωνα με τις επιστημονικές έννοιες. Επίσης, περιλαμβάνει μια πλήρη κατανόηση του βέλτιστου σχεδιασμού ανεμογεννητριών με ταυτόχρονη ανάπτυξη και εφαρμογή των εννοιών της φυσικής που σχετίζονται με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς ακόμη και την κατανόηση μαθηματικών εννοιών όπως είναι η περιστροφή και η τριγωνομετρία (Psycharis, 2018; Psycharis, Kalovrektis, & Xenakis, 2020). Αυτό, λοιπόν, επιτρέπει τον εκπαιδευτικό να διδάσκει έννοιες από διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα και έτσι εξάγεται το συμπέρασμα ότι χρειάζονται όλοι αυτοί οι κλάδοι για την επίλυση ενός προβλήματος (Psycharis, 2018). Στο παράδειγμα που αναφέρθηκε οι μαθητές έχουν την ικανότητα να σχεδιάσουν το τεχνούργημά τους, να το δοκιμάσουν με βάση τα εμπειρικά τους δεδομένα και να διαμορφώσουν εκ νέου τις απόψεις τους σχετικά με το πρωτότυπο. Εδώ χρειάζεται το υπολογιστικό πείραμα το οποίο αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο ή κάποια συσκευή physical computing, όπως είναι το Arduino (Psycharis, 2018; Psycharis, Kalovrektis, & Xenakis, 2020).

Όσον αφορά τη δεύτερη προσέγγιση, αυτή επικεντρώνεται στο περιεχόμενο ενός γνωστικού αντικειμένου και οι άλλοι κλάδοι χρησιμοποιούνται για να κάνουν το

περιεχόμενο περισσότερο σχετικό (Psycharis, 2018). Για παράδειγμα, ο καθηγητής διδάσκει στους μαθητές τους αλγόριθμους και μετά τους καλεί να επισκεφτούν διαφορετικά δίκτυα και να καταχωρίσουν τον χρόνο απόκρισης σε ένα δίκτυο με διαφορετικό αριθμό κόμβων (Psycharis, 2018; Psycharis, Kalovrektis, & Xenakis, 2020). Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι έχει παρατηρηθεί μεγάλη σύγχυση σχετικά με την επιστημολογία STEM, γεγονός που οδήγησε σε διαφορετικές συγχωνεύσεις στην εκπαίδευση (Psycharis, 2018).

Συνοπτικά, από όσα προαναφέρθηκαν γίνεται αντιληπτό ότι η επιστημολογία STEM αντιμετωπίζει προβλήματα που προκύπτουν από διάφορους κλάδους. Ο όρος της «πολυπλοκότητας» που αναφέρεται σε μία μεθοδολογική προσέγγιση, είναι μία έννοια για την περιγραφή της αλληλεξάρτησης, δηλαδή όλα συνδέονται και τίποτα δεν θεωρείται ανεξάρτητο (Nicolescu B. , 2004; Psycharis, 2018). Βέβαια, η εκπαίδευση STEM βασίζεται στην εκτίμηση ότι το σύνολο είναι ποιοτικά διαφορετικό από τα μέρη του και γενικά αυτή η άποψη εστιάζει κυρίως στην δεύτερη προσέγγιση, την ολοκλήρωση του περιβάλλοντος, και έτσι φαίνεται ότι κινείται με ολιστικό τρόπο μεταξύ των επιστημονικών κλάδων. Αυτή η προσέγγιση δίνει έμφαση στο σύνολο και στη προσέγγιση και στη συσχέτιση των εννοιών και των φαινομένων με αποτέλεσμα να ενισχύονται οι δεξιότητες της αφαίρεσης, της μοντελοποίησης και της Υπολογιστικής Σκέψης (Psycharis, 2018; Psycharis, Kalovrektis, & Xenakis, 2020).

3.3 Το STEAM στην Εκπαίδευση

Όπως ήδη προαναφέρθηκε, μέσα από την εκπαίδευση είναι χρήσιμο οι μαθητές να καλλιεργούν τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων και την υπολογιστική τους σκέψη. Σε αυτό μπορεί να βοηθήσει αποτελεσματικά και σε μεγάλο βαθμό η εκπαιδευτική προσέγγιση STEM, διότι προσεγγίζει το θέμα που μελετάται πολύπλευρα, ολιστικά και διαθεματικά ή αλλιώς διεπιστημονικά. Έτσι, λοιπόν, η Αμερική βασιζόμενη σε έρευνες που υποστηρίζουν τα οφέλη από την εκπαίδευση STEM αλλά και τους επιστημονικούς κλάδους που αυτή αποτελείται άλλαξε τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας και τον ενίσχυσε με αυτόν τον πιο σύγχρονο αλλά και προσιτό στους μαθητές τρόπο (Psycharis, 2018).

Τα τελευταία χρόνια προτάθηκε να προστεθεί ένα «Α» στο STEM, το οποίο αναφέρεται στις Τέχνες (Art), προκαλώντας πληθώρα συζητήσεων για το αν οι

Τέχνες ανήκουν στην εκπαίδευση STEM. Έτσι, έκανε την εμφάνισή του το ακρωνύμιο STEAM το οποίο είναι πιθανό να πάρει τη θέση του STEM (Xanthoudaki, 2017). Με την προσθήκη των τεχνών στο STEM, φανερώνεται ως η διδαχή στους μαθητές των δεξιοτήτων της δημιουργικότητας και της καινοτομίας. Η εκπαίδευση STEAM καλύπτει ένα ευρύτερο φάσμα ιδεών και δεξιοτήτων (Hamilton Buhl, 2018). Το STEM ενισχύει περισσότερο τις «hard skills», ενώ το STEAM που περιλαμβάνει τις τέχνες ενισχύει τις «soft skills», δηλαδή τις δεξιότητες επικοινωνίας, επίλυσης προβλημάτων, προσαρμοστικότητας και διαπροσωπικότητας (Xanthoudaki, 2017).

Η διδασκαλία STEAM διδάσκει την ενσυναίσθηση, την ηθική και καλλιεργεί τη φυσική περιέργεια (Lachman, 2018). Αξίζει να αναφερθεί ότι το πλεονέκτημα αυτή της εκδοχής είναι ότι επιτρέπονται νέοι τρόποι σκέψης αλλά και εντοπίζονται νέοι τρόποι για την επίλυση προβλημάτων που ανήκουν σε διάφορους κλάδους. Όπως αναφέρει και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η δημιουργία συνδέσεων μεταξύ των κλάδων του STEAM οδηγεί στο δημιουργικό δυναμικό της σύνδεσης των τεχνών, της επιστημονικής έρευνας και της καινοτομίας (European Commission, 2015). Τέλος, έχει αναφερθεί ότι υπάρχει σύνδεση μεταξύ του STEAM και του κοινωνικού και αισθητικού περιβάλλοντος αλλά και ότι η τεχνολογία δεν μπορεί να απομακρυνθεί από τις κοινωνικές και τις ανθρωπιστικές επιστήμες και τις τέχνες (Sanders, 2009).

3.4 Υπολογιστική Παιδαγωγική STEM/STEAM

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι συνδυάζοντας την υπολογιστική διαδικασία σκέψης με τους κλάδους του STEM/STEAM, οι μαθητές έχουν την ικανότητα να εξερευνήσουν και να εφαρμόσουν τις υπολογιστικές προσεγγίσεις σε ένα πιο καθιερωμένο και προσβάσιμο περιβάλλον STEAM (Jona, et al., 2014). Επίσης, η εκπαίδευση STEAM μπορεί να εμπλουτίσει την υπολογιστική μάθηση, διότι διαδίδονται οι δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης σε όλο το φάσμα της συγκεκριμένης εκπαίδευσης, με αποτέλεσμα οι μαθητές να εκτίθενται σε διαφορετικούς τομείς (Psycharis, Kalonrektis, & Xenakis, 2020). Από έρευνες που πραγματοποιήθηκαν εξήχθη και το συμπέρασμα ότι μπορεί να υφίσταται και το αντίθετο. Δηλαδή, η χρήση των υπολογιστικών εργαλείων έχει την ικανότητα να καταστήσει δυνατή τη βαθύτερη μάθηση των γνωστικών περιοχών του STEAM (Repenning, Webb, & Ioannidou, 2010; Sengupta, Kinnebrew, Basu, Biswas, & Clark, 2013). Συμπερασματικά, ο υπολογισμός (computation) είναι χρήσιμο αλλά και απαραίτητο συστατικό των κλάδων STEAM.

Σχετικά με την Υπολογιστική Παιδαγωγική έχει αναφερθεί ότι είναι εγγενές αποτέλεσμα της Πληροφορικής, των Μαθηματικών, της Επιστήμης και της Τεχνολογίας. Ακόμη, το computing θεωρείται ότι σχετίζεται με αλγορίθμους και με τον προγραμματισμό. Ο σκοπός των ερευνητών (Psycharis, Kalonrektis, & Xenakis, 2020), όπως διατυπώθηκε από αυτούς, είναι να δημιουργηθεί μία σύνθεση όλων αυτών, δηλαδή να δημιουργηθεί ένα πρότυπο και στη συνέχεια να ενταχθεί το STEM στην εκπαίδευση ως Υπολογιστική Παιδαγωγική. Με αυτόν τον τρόπο θα υιοθετηθεί η προσέγγιση της ένταξης του STEM ως περιεχόμενο που στηρίζεται στην διεπιστημονικότητα. Φυσικά, επισημαίνεται ότι χρησιμοποιώντας τις υπολογιστικές μοντελοποιήσεις και προσομοιώσεις δημιουργείται μία παραγωγική παιδαγωγική προσέγγιση, με αποτέλεσμα την αύξηση του ενδιαφέροντος αλλά και των γνώσεων των εκπαιδευόμενων.

3.5 Οφέλη της Εκπαίδευσης STEM

Σε αυτό το σημείο είναι σκόπιμο να αναφερθούν τα οφέλη και οι βασικές πτυχές από την εκπαίδευση STEM. Τα οφέλη της STEM εκπαίδευσης εστιάζονται στους μαθητές καθώς παρατηρούνται θετικά στοιχεία στο γνωστικό, διαδικαστικό και συμπεριφορικό επίπεδο (Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios, & Vílchez-González, 2019). Όσον αφορά τα γνωστικά οφέλη, έχει αποδειχτεί ότι ενισχύονται οι δεξιότητες των μαθητών για τη μεταφορά γνώσεων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η εκπαίδευση STEM στοχεύει στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων που οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι (Sanders, 2009). Ακόμη, επειδή σε αυτήν είναι ενσωματωμένη η Επιστήμη, η Τεχνολογία, η Μηχανική και τα Μαθηματικά, οι μαθητές έχουν την δυνατότητα να αποκτήσουν δεξιότητες και γνώσεις στους κλάδους αυτούς, ενώ ταυτόχρονα διευκολύνεται η σύνδεση των γνώσεων που ήδη κατέχουν με τις γνώσεις που αποκτούνται από αυτούς τους κλάδους (Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios, & Vílchez-González, 2019).

Όσον αφορά τα διαδικαστικά οφέλη, η εκπαίδευση STEM έχει αποδείξει ότι συμβάλλει στην ανάπτυξη της δημιουργικότητας των μαθητών καθώς και στην απόκτηση εμπειρίας και τεχνολογικών γνώσεων. Η βιωματική μάθηση η οποία ενθαρρύνεται από το STEM ενθαρρύνει τους μαθητές να αποκτήσουν και να βελτιώσουν τις δεξιότητες που σχετίζονται με την επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά. Μέσα από αυτό τον τύπο μάθησης τονίζεται η απόκτηση στρατηγικών και διαδικασιών και έτσι τους επιτρέπουν να λύσουν τυχόν

προβλήματα που αντιμετωπίζουν (Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios, & Vílchez-González, 2019).

Επιπλέον, σχετικά με τα οφέλη σε συμπεριφορικό επίπεδο έγινε φανερό ότι η χρήση της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής προσέγγισης έχει την ικανότητα να αυξήσει το ενδιαφέρον των μαθητών και έτσι οι μαθητές να χρησιμοποιούν αυτές τις επιστήμες κατά τη διάρκεια των σχολικών τους ετών (Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios, & Vílchez-González, 2019). Επιπρόσθετα, μπορεί να αυξήσει στο μέλλον των αριθμό των σπουδαστών με πτυχίο STEM, γεγονός που είναι απαραίτητο για την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη των δεδομένων της σημερινής κοινωνίας (Caprile, Palmen, Sanz, & Dente, 2015).

Σε αυτό το σημείο κρίνεται απαραίτητο να αναφερθούν ορισμένες πτυχές που είναι απαραίτητο να λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση της εκπαιδευτικής παρέμβασης με επίκεντρο στο STEM. Ένα ιδιαίτερα σημαντικό πλαίσιο είναι η ατμόσφαιρα που υπάρχει στην τάξη και στο οικογενειακό και κοινωνικό πλαίσιο, διότι αυτά τα πλαίσια θα παρακινήσουν τους μαθητές και θα τους κάνουν να αισθανθούν συναισθηματικά θετικά απέναντι στην επιστήμη και στους άλλους κλάδους που υπάρχουν στο STEM (Boonprasert, Tupsai, & Yuenyong, 2018). Επίσης, το εκπαιδευτικό πλαίσιο και η εκπαιδευτική ατμόσφαιρα φαίνεται να έχουν σημαντική επίδραση στο ενδιαφέρον των μαθητών για το STEM (Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios, & Vílchez-González, 2019).

Επίσης, οι διδακτικοί πόροι και οι μεθοδολογίες της διδασκαλίας θεωρούνται ως βασικές πτυχές για την ανάπτυξη της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής προσέγγισης. Για παράδειγμα η ρομποτική θεωρείται ως ένας εκπαιδευτικός πόρος που θα μπορούσε να βελτιώσει την εκπαίδευση STEM, διότι διαθέτει χαρακτηριστικά τα οποία διευκολύνουν την απόκτηση δεξιοτήτων. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι η έρευνα, η επίλυση προβλημάτων, η δημιουργική και συνεργατική σκέψη με αποτέλεσμα την ολοκλήρωση των τεσσάρων επιστημονικών κλάδων (Chung, Cartwright, & Cole, 2014). Μία άλλη πτυχή είναι οι στρατηγικές διδασκαλίας που έχουν παρατηρηθεί ότι διαθέτουν παρόμοια οφέλη. Οι στρατηγικές διδασκαλίας διευκολύνουν την ενσωμάτωση των τεσσάρων κλάδων STEM και την εφαρμογή των γνώσεων που αποκτήθηκαν (Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios, & Vílchez-González, 2019). Τέλος, άλλοι δείκτες που μπορούν να καθορίσουν την επιτυχία της εκπαιδευτικής

παρέμβασης είναι τα γνωστικά και συναισθηματικά αποτελέσματα καθώς και το περιεχόμενο που αναπτύχθηκε (Houseal, Abd-El-Khalick, & Destefano, 2014).

3.6 Physical Computing και χωρικές και διανοητικές δεξιότητες

Αφού έγινε ανάλυση στα προηγούμενα κεφάλαια της έννοιας του physical computing, της Υπολογιστικής Σκέψης και Επιστήμης καθώς και τις δεξιότητες της ΥΣ, κρίνεται σκόπιμο να γίνει αναφορά τόσο στις χωρικές δεξιότητες όσο και στις διανοητικές που μπορούν να αναπτύξουν οι μαθητές μέσω της χρήσης του physical computing.

Σχετικά με τις χωρικές δεξιότητες, οι ασκούμενοι STEM αναφέρεται ότι παρουσιάζουν υψηλό δείκτη στις χωρικές δεξιότητες (Wai, Lubinski, & Benbow, 2009). Επίσης, η μηχανική, που περιλαμβάνεται στο STEM, αναπτύσσει σε μεγάλο βαθμό τις χωρικές δεξιότητες. Ο Gardner διακρίνει επτά διαφορετικούς τύπους νοημοσύνης. Σε αυτούς τους τύπους ανήκει και η χωρική νοημοσύνη όπου είναι η ικανότητα σχηματισμού ενός διανοητικού μοντέλου του χωρικού κόσμου. Επίσης, η χωρική απεικόνιση μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα φαντασίας και οπτικοποίησης ενός αντικειμένου από διαφορετικές οπτικές γωνίες (Gardner, 1983).

Ως χωρική ικανότητα θεωρείται η ικανότητα όπου ένα γνωστικό χαρακτηριστικό δίνει ένα μέτρο για την κατανόηση των χωρικών σχέσεων μεταξύ των αντικειμένων. Η δεξιότητα αυτή θεωρείται απαραίτητη για την πλοήγηση στον πραγματικό κόσμο (Jones & Burnett, 2007). Πραγματοποιώντας μία έρευνα σε μαθητές έντεκα (11) έως δέκα τέσσερα (14) χρονών, αποδείχθηκε πως υπήρχε σχέση χωρικής ικανότητας με διάφορα στοιχεία του προγραμματισμού (Jones & Burnett, 2015). Στα πλαίσια STEM, μελέτες έχουν δείξει ότι οι γυναίκες και εκείνες από χαμηλά υπόβαθρα βιοοικονομικής κατάστασης (SES) έχουν χαμηλότερες χωρικές ικανότητες (Casey, Dearing, Vasilyeva, & Ganley, 2011). Οι χωρικές ικανότητες μετριούνται με διάφορες δοκιμές, όπως το Mental Cutting Test, Purdue Spatial, η δοκιμή της οπτικοποίησης, της διανοητικής περιστροφής και η δοκιμή της χωρικής οπτικοποίησης Heinrich. Επίσης, παρουσιάζονται και δοκιμές που σχετίζονται με το διαδραστικό animation και με τα εικονικά στερεά για την διδασκαλία της Γεωμετρίας (Khine, 2017). Αξίζει να σημειωθεί πως η ανάπτυξη οπτικο-χωρικών ικανοτήτων διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο σε πολλά σχολικά επιτεύγματα, συμπεριλαμβανομένης τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, υπάρχει μια σειρά από δραστηριότητες οι οποίες μπορούν να βελτιώσουν την χωρική ικανότητα. Πιο συγκεκριμένα, στις δραστηριότητες ανήκει η εκπαίδευση που περιλαμβάνει βιντεοπαιχνίδια, επαυξημένη πραγματικότητα, σκίτσο και περιγραφική γεωμετρία. Από αυτές τις δραστηριότητες τα βιντεοπαιχνίδια είναι αυτά που μπορούν να την αναπτύξουν σε μεγάλο βαθμό (Khine, 2017). Τα ευρήματα από μελέτες ενθαρρύνουν τους εκπαιδευτικούς να προσπαθήσουν να βελτιώσουν τη χωρική ικανότητα των μαθητών και τη βελτίωση της απόδοσης που σχετίζεται με STEM μαθήματα (Kell & Lubinski, 2013; Hinze, Williamson, Shultz, Williamson, Deslongchamps, & Rapp, 2013).

Ένας άλλος τομέας όπου η χωρική ικανότητα εφαρμόζεται συχνά είναι τα μαθηματικά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι ταυτοποιήσεις και οι λειτουργίες τόσο της χωρικής ικανότητας όσο και των διαστάσεων βασίζονται κατά κύριο λόγο στην γεωμετρία. Αφού πραγματοποιήθηκε μία έρευνα εξήχθη το συμπέρασμα ότι στη διδασκαλία των γεωμετρικών εννοιών, η ικανότητα χωρικής αντίληψης αναπτύχθηκε σε μεγαλύτερο βαθμό (Khine, 2017).

Οι χωρικές δεξιότητες διακρίνονται μεταξύ χωρικής μικρής και μεγάλης κλίμακας. Οι δεξιότητες αντλούνται, ακολουθούμενες από διευκρινίσεις της χωρικής αντίληψης, της διανοητικής περιστροφής, της χωρικής οπτικοποίησης, τις διανοητικές εικόνες και την οπτική χωρική μνήμη. Όλα αυτά μπορούν να θεωρηθούν υποκατηγορίες χωρικών δεξιοτήτων μικρής κλίμακας. Επιπλέον, μελέτες αναφέρουν τις διαφορές φύλου σε διάφορους τύπους χωρικών δεξιοτήτων (Khine, 2017). Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναλυθεί ο όρος «διανοητική περιστροφή». Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια διαδικασία που βασίζεται σε μια συγκεκριμένη οπτικοχωρική ικανότητα. Η οπτική χωρική ικανότητα που ασχολείται με τη διανοητική περιστροφή χρησιμοποιείται για την περιστροφή 2D και 3D αντικειμένων (Città, και συν., 2019).

Είναι αξιοσημείωτο πως οι γνωστικές διεργασίες μπορούν να συνδυαστούν με τις χωρικές ικανότητες και το STEM. Οι ερευνητές πραγματοποιώντας πειράματα παρατήρησαν την λειτουργία του εγκεφάλου ελέγχοντας τα μέρη τα οποία ενεργοποιούνται. Αποτέλεσμα αυτών των ενεργειών ήταν η ενεργοποίηση των καθηκόντων της μνήμης σε συγκεκριμένα περιοχές του εγκεφάλου (Hubbard, Piazza, Pinel, & Dehaene, 2005).

Μία από τις κύριες γνωστικές μεταβλητές που εξετάζονται με τον προγραμματισμό είναι αυτές που αναφέρονται σε σχήματα ή διανοητικά μοντέλα. Η έννοια των διανοητικών μοντέλων συνεπάγεται με την εννοιολογική σαφήνεια. Τα διανοητικά μοντέλα έχουν μελετηθεί σε σχέση με διαφορετικές πτυχές του προγραμματισμού και έχουν χρησιμοποιηθεί με διαφορετικούς τρόπους αξιολόγησης σχετικά με την ικανότητα των μαθητών στον υπολογιστή (Ambrosio, Macedo, Almeida, & Franco, 2014). Ο Mayer (1989) ισχυρίζεται ότι οι μαθητές χωρίς κατάλληλο νοητικό μοντέλο για το πώς ο υπολογιστής επεξεργάζεται μεταβλητές και δεδομένα στη μνήμη παρουσιάζουν μεγαλύτερη δυσκολία στην κατανόηση των εντολών γλώσσας προγραμματισμού. Ο Dehnadi (2006) προτείνει ότι οι μαθητές που επιτυγχάνουν σε προγράμματα προγραμματισμού είναι αυτοί που χρησιμοποιούν ορισμένο νοητικό μοντέλο, ανεξάρτητα από τις ιδιαιτερότητές του, για την κατανομή και τον χειρισμό του.

Σχετικά με τις γνωστικές δεξιότητες, το σώμα περιγράφεται ως ένα δυναμικό σύστημα γνώσης, που γνωρίζει και μαθαίνει κατά τη διάρκεια μιας ροής αποτελεσματικών ενεργειών. Κατά συνέπεια η γνώση προκύπτει από διαφορετικά είδη εμπειριών. Αυτές οι εμπειρίες προέρχονται όταν ο άνθρωπος είναι εφοδιασμένος με αισθητοκινητικές ικανότητες (Merleau-Ponty & Landes, 2013). Αυτές οι γνωστικές διεργασίες καθώς και η απόκτηση μιας πιο αφηρημένης γνώσης, συνδέονται άρρηκτα με το περιβάλλον. Οι διαδικασίες συλλογισμού της Υπολογιστικής Σκέψης είναι το στάδιο κατά το οποίο οι άνθρωποι εδραιώνουν υπολογιστικές έννοιες (μαθηματικές και λογικές) μέσα σε ένα φυσικό περιβάλλον (Cox, 2018; Città, et al., 2019).

Από μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε βασιζόμενη στο μοντέλο νοημοσύνης CHC (McGrew, 2009) αποδείχτηκε πως η Υπολογιστική Σκέψη είναι στενά συνδεδεμένη με τη γενική διανοητική ικανότητα και σε μικρότερο βαθμό με συγκεκριμένες γνωστικές ικανότητες, όπως επαγωγική συλλογιστική, χωρικές και λεκτικές ικανότητες. Αυτό επιβεβαιώνει και την έννοια της ΥΣ ως ικανότητα επίλυσης προβλημάτων (Roman-Gonzalez, Perez-Gonzalez, & Jimenez-Fernandez, 2017).

3.7 Μηχανική Μάθηση

Η εκπαιδευτική δραστηριότητα κινείται όλο και περισσότερο στο διαδίκτυο και το περιεχόμενο των μαθημάτων γίνεται διαθέσιμο σε ψηφιακή μορφή. Αυτό επιτρέπει τη συλλογή και τη χρήση δεδομένων για την ανάλυση της μαθησιακής διαδικασίας. Οι τεχνικές μηχανικής μάθησης φανέρωσαν εντυπωσιακά βήματα ανάπτυξης της χρήσης και της ανάλυσης δεδομένων (Ciolacu, Tehrani, Binder, & Svasta, 2018). Η μηχανική μάθηση (machine learning) μπορεί να θεωρηθεί μέρος της τεχνητής νοημοσύνης. Η μηχανική μάθηση είναι η διαδικασία της παραχώρησης μιας μηχανής ή ενός μοντέλου πρόσβασης σε δεδομένα και αφήνεται για να μάθει μόνη της (Kuřak, Juričić, & Đambić, 2018). Δηλαδή, είναι ο τρόπος με τον οποίο ένα υπολογιστικό σύστημα μπορεί να αποκτήσει υπολογιστική νοημοσύνη. Ονομάζεται μάθηση γιατί θυμίζει τον τρόπο που οι άνθρωποι μαθαίνουν παρατηρώντας μία κατάσταση. Οπότε πρακτικά οι υπολογιστές παίρνουν αποφάσεις για τις οποίες δεν προγραμματίστηκαν ακριβώς. Το 1959, ο Arthur Samuel υποστήριζε ότι δεν πρέπει να διδάσκουμε υπολογιστές, αλλά πρέπει να τους αφήσουμε να μάθουν μόνοι τους. Για να περιγράψει αυτή τη θεωρία επινόησε τον όρο μηχανική μάθηση, ένας όρος που χρησιμοποιείται για την ικανότητα των υπολογιστών να μάθουν αυτόνομα (Samuel, 1959).

Η μηχανική μάθηση προγραμματίζει υπολογιστές με σκοπό τη βελτιστοποίηση ενός κριτηρίου απόδοσης χρησιμοποιώντας παραδείγματα από την εμπειρία ή από δεδομένα (Kuřak, Juričić, & Đambić, 2018). Αυτή μπορεί να ενσωματωθεί σε οποιοδήποτε πεδίο για να βελτιώσει όλες τις σχετικές εργασίες της. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η μηχανική μάθηση έχει δείξει σημαντικές επιδόσεις σε προβλήματα του τύπου ταξινόμησης, πρόβλεψης, ομαδοποίησης, κανόνες συσχετισμού και αναγνώρισης προτύπων. Επίσης, έχουν χρησιμοποιηθεί αρκετές τεχνικές για τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης έτσι ώστε να δώσουν στους μαθητές εξατομικευμένη μαθησιακή εμπειρία και έναν απλό τρόπο υιοθέτησης δεξιοτήτων STEM. Τέτοια παραδείγματα είναι η αξιολόγηση των δυνατοτήτων και των αδυναμιών των μαθητών μέσω διαγνωστικών δοκιμών, αλλά και η δημιουργία εξατομικευμένων προγραμμάτων σπουδών με βάση τις ανάγκες του κάθε μαθητή. Η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση χρησιμοποιούνται για την προώθηση της εκλεπτυσμένης μάθησης στο βαθμό που η έκφραση του μαθητή μπορεί να διαβαστεί για να προσδιορίσει εάν ο μαθητής αγωνίζεται να αποκτήσει κατανόηση έτσι ώστε να

δοθούν περισσότερες επεξηγήσεις. Επιπλέον, στοχεύουν εξίσου στην παροχή υποστήριξης και διδασκαλίας έξω από την τάξη για τους μαθητές που δεν μπορούν να παρακολουθήσουν τακτικά τα μαθήματα. Άλλες εφαρμογές με τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης είναι η συναισθηματική υποστήριξη και η ευεξία. Τα συναισθήματα των μαθητών επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές μαθαίνουν. Βέβαια, η χρήση αυτών μπορούν να επηρεάσουν και τους εκπαιδευτικούς. Αυτό γίνεται διότι μπορεί να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα, η ανατροφοδότηση, η εξατομίκευση και η οργάνωση βοηθώντας με αυτόν τον τρόπο τους εκπαιδευτικούς να καλύψουν με καλύτερο τρόπο τις ανάγκες των μαθητών τους. Οι τρέχουσες και οι μελλοντικές τεχνολογίες επικεντρώνονται στη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για αυτές τις δραστηριότητες, παρέχοντας ταυτόχρονα συστάσεις στον εκπαιδευτικό για να βοηθήσει στην κάλυψη του μαθησιακού χάσματος με τους μαθητές. Αυτό ελευθερώνει το χρόνο ενός εκπαιδευτικού, αφήνοντάς του μεγαλύτερη ελευθερία να επενδύσει στην κατανόηση των αναγκών των μαθητών (Knowledge Hub, 2020).

Στον τομέα της εκπαίδευσης υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις αξιοποιώντας τα διάφορα μοντέλα μηχανικής μάθησης, όπως είναι η Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing - NLP) για να επιτευχθούν οι στόχοι τους (Alenezi & Faisal, 2020). Το NLP είναι ένα πεδίο στη μηχανική μάθηση όπου έχει την ικανότητα ενός υπολογιστή να κατανοεί, να αναλύει, να χειριστεί και να δημιουργεί δυνητικά την ανθρώπινη γλώσσα (Shetty, 2018). Μία από τις πλατφόρμες που χρησιμοποιεί το NLP είναι το διαδικτυακό εργαλείο που απεικονίζει την έξοδο από ένα μοντέλο μηχανικής μάθησης. Επιπλέον, το συγκεκριμένο πεδίο χρησιμοποιείται στη διαδικασία αξιολόγησης των εξετάσεων όπου συγκρίνει την ομοιότητα μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών και της σωστής απάντησης (Kashi, Shastri, Deshpande, Doreswamy, & Srinivasa, 2016). Ως αποτέλεσμα αυτής της σύγκρισης, ο αλγόριθμος θα υπολογίσει τον προτεινόμενο βαθμό του μαθητή. Επίσης, χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό του σωστού και του λανθασμένου.

Η επεξεργασία της φυσικής γλώσσας έχει δημιουργήσει ένα φάσμα ευκαιριών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προώθηση της εκπαίδευσης και για την αναβάθμιση των εκπαιδευτικών εργαλείων. Το NLP είναι αρκετά δύσκολο διότι η ερμηνεία της γλώσσας του ανθρώπου σε δεδομένα που μπορούν να γίνουν κατανοητά και να αναλυθούν από τον υπολογιστή είναι μια πολύπλοκη διαδικασία. Οι ερευνητές

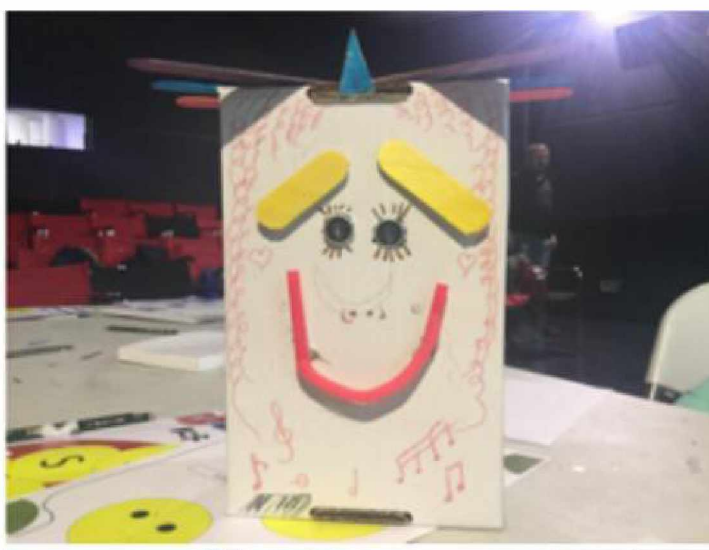
που εξετάζουν αυτό το μοντέλο είναι απαραίτητο να λαμβάνουν υπόψη τη σημασιολογία, τη συντακτική και τη λεκτική σημασιολογία και έτσι να παρέχουν σωστή ανάλυση για τα δεδομένα και σωστά αποτελέσματα (Alenezi & Faisal, 2020).

Η χρήση της μηχανικής μάθησης αποτελεί μεγάλο πλεονέκτημα για την εκπαιδευτική διαδικασία. Όμως η έλλειψη εμπειρίας αλλά και η έλλειψη πόρων για την κατασκευή και την εκπαίδευση του μοντέλου της μηχανικής μάθησης μπορεί να μειώσει την ποιότητα της εργασίας και να παράσχει ανεπιθύμητα και ανακριβή αποτελέσματα. Γι' αυτόν τον λόγο μερικοί από τους ερευνητές χρησιμοποίησαν υβριδικές προσεγγίσεις. Γενικά η συγχώνευση πολλαπλών ισχυρών εργαλείων είναι συνηθισμένη, διότι ορισμένα από τα εργαλεία μπορούν να βοηθήσουν στην κάλυψη των ελλείψεων ενός άλλου εργαλείου και έτσι να εξάγουν τα βέλτιστα αποτελέσματα. Βέβαια, είναι αρκετά σημαντικό να τονιστεί ότι μερικές φορές η υβριδική προσέγγιση για ορισμένες εφαρμογές εισάγει νέους κινδύνους αντί για πλεονεκτήματα. Ομοίως, και η χρήση της μηχανικής μάθησης με λανθασμένα εκπαιδευτικά δεδομένα μπορεί να προσδώσει ανακριβή αποτελέσματα (Alenezi & Faisal, 2020).

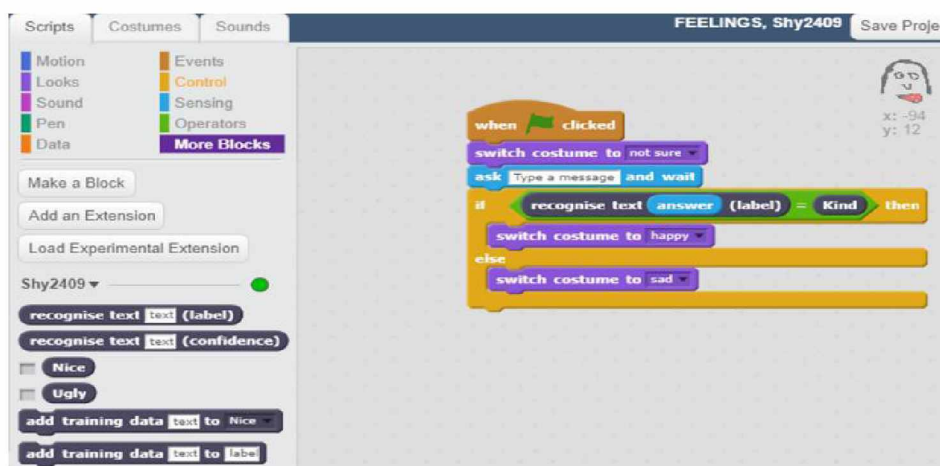
Έπειτα από μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας την μηχανική μάθηση, έγινε φανερό ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για την επιτυχή διεξαγωγή της διεπιστημονικής προσέγγισης (Sakulkueakulsuk, et al., 2018). Στη συγκεκριμένη έρευνα παρουσιάστηκε μία προσέγγιση που αποτελούνταν από τη μηχανική μάθηση, την παιχνιδοποίηση και το κοινωνικό περιβάλλον. Μία από τις δραστηριότητες που αυτή η έρευνα περιλάμβανε, οι μαθητές ενθαρρύνθηκαν να μάθουν τη διαδικασία δημιουργίας μοντέλων μηχανικής μάθησης με τη μορφή παιχνιδιού. Τέλος, είναι χρήσιμο να επισημανθεί ότι χρησιμοποιώντας τη μηχανική μάθηση κατασκευάστηκε ένα διαγνωστικό σύστημα για τα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες, έτσι ώστε να συλλέγει τα δεδομένα των μαθητών και να διαγιγνώσκει τους μαθητές με ή χωρίς δυσλεξία (Khan, Cheng, & Bee, 2018).

Σε αυτό το σημείο κρίνεται απαραίτητο να αναφερθεί ότι η συναισθηματική νοημοσύνη μπορεί να εφαρμοστεί με τη χρήση του physical computing αλλά και της μηχανικής μάθησης. Στην πρώτη περίπτωση έχει πραγματοποιηθεί μία έρευνα στην οποία έχει κατασκευαστεί ένα ρομπότ (εικόνα 24) το οποίο ανταποκρίνεται στην κίνηση ενός σερβοκινητήρα και κινεί τα φρύδια του σύμφωνα με τα συναισθήματά του (Psycharis, Kalovrektis, & Xenakis, 2020). Στη δεύτερη περίπτωση

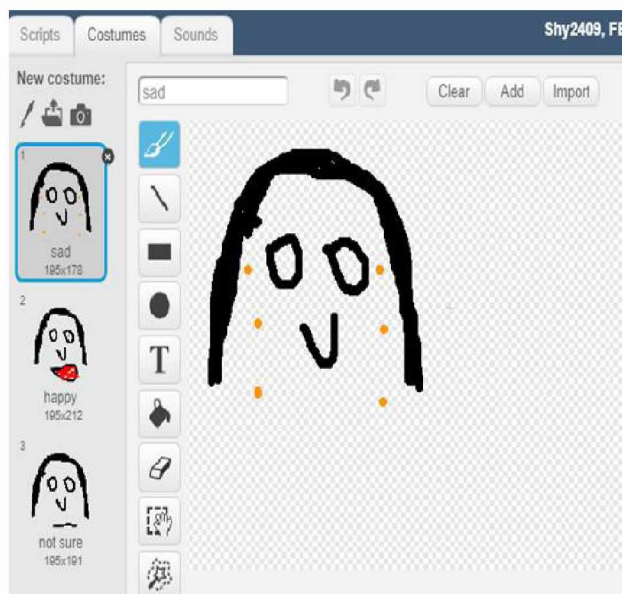
χρησιμοποιήθηκε μια διαδικτυακή πλατφόρμα μηχανικής μάθησης που απευθύνεται σε παιδιά έτσι ώστε να δημιουργηθούν συναισθήματα που ανταποκρίνονται σε συγκεκριμένες εκφράσεις. Χρησιμοποιώντας την συγκεκριμένη πλατφόρμα το σύστημα μαθαίνει κάποιες εκφράσεις και μετά από εξάσκηση αναγνωρίζει παρόμοιες εκφράσεις (Psycharis, Kalovrektis, & Xenakis, 2020). Στην εικόνα 25 φαίνεται ο κώδικας για τη δημιουργία συναισθημάτων σε περιβάλλον scratch με τη χρήση της μηχανικής μάθησης, ενώ στην εικόνα 26 γίνεται φανερό ότι οι μαθητές συμμετέχουν στην ανάπτυξη των διαφορετικών συναισθημάτων.



Εικόνα 24. Ένα ρομπότ με συναισθήματα κατασκευασμένο από Arduino (Psycharis, Kalovrektis, & Xenakis, 2020)



Εικόνα 25. Ο κώδικας χρησιμοποιώντας τη μηχανική μάθηση (Psycharis, Kalovrektis, & Xenakis, 2020)



Εικόνα 26. Πρόγραμμα στο scratch για την δημιουργία συναισθημάτων (Psycharis, Kalovrektis, & Xenakis, 2020)

Συμπερασματικά, επειδή η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης συμβάλει σημαντικά στην εκπαίδευση, πολλές από τις εφαρμογές τους στην εκπαίδευση STEM βρίσκονται ακόμα σε εξέλιξη και υπάρχουν πολλές προσδοκίες. Η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση αναμένεται να βοηθήσουν και να επιτρέψουν τη σωστή εκπαίδευση STEM τόσο για τους μαθητές όσο και για τους εκπαιδευτικούς. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να συνδεθεί σε διαφορετικές αίθουσες διδασκαλίας σε όλο τον κόσμο για να προωθήσει μεγαλύτερη επικοινωνία, συνεργασία και συνεργασία μεταξύ σχολείων, εθνών και εκπαιδευτικών (Knowledge Hub, 2020).

3.8 Έρευνες STEM

Μία άλλη έρευνα (Κόκκινος, Μόκα, Ξενάκης, & Παπαστεργίου, 2018) που εφαρμόστηκε, επίσης, το ρομποτικό kit Lego Mindstorms, πραγματοποιήθηκε σε μαθητές όλων των τάξεων του Γυμνασίου. Ο στόχος της συγκεκριμένης έρευνας ήταν να διδάξει στους μαθητές συγκεκριμένες ενότητες στα μαθήματα των Μαθηματικών και της Φυσικής, χρησιμοποιώντας την εκπαιδευτική ρομποτική και εντάσσοντας με αυτόν τον τρόπο την εκπαίδευση STEM. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να γίνει η μάθηση ανακαλυπτική, προσεγγίζοντάς την διαθεματικά ή αλλιώς διεπιστημονικά. Διότι συνδυάστηκε η Φυσική Επιστήμη (Science), η Τεχνολογία (Technology) με την χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, των ρομποτικών πακέτων, του οπτικού προγραμματισμού και της επίλυσης προβλημάτων σε συνδυασμό με την υπολογιστική σκέψη, η Μηχανική (Engineering) κατασκευάζοντας το ρομπότ και τέλος τα Μαθηματικά (Mathematics).

Σε αυτό το σημείο κρίνεται ιδιαίτερο σημαντικό να αναφερθεί μία έρευνα (Xenakis & Brentas, 2019), η οποία χρησιμοποίησε την εκπαιδευτική ρομποτική και τις δραστηριότητες STEM σε μαθητές της πρώτης τάξης του Γυμνασίου καθώς και το λογισμικό Arduino και τον αντίστοιχο προγραμματισμό. Στη συγκεκριμένη έρευνα οι μαθητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Η μία ομάδα χρησιμοποίησε το εμπορικό ρομποτικό kit της Lego, ενώ η δεύτερη ομάδα χρησιμοποίησε εύκολα προσβάσιμα ανακυκλώσιμα υλικά. Οι μαθητές έπρεπε να περάσουν από ορισμένες φάσεις. Αρχικά, να ερευνήσουν όλα τα διαθέσιμα ανακυκλώσιμα υλικά και να επιλέξουν τα σωστά εργαλεία. Στη συνέχεια, να ακολουθήσουν τις οδηγίες που δόθηκαν από τους εκπαιδευτικούς και τέλος για να ξεκινήσει η κατασκευή έπρεπε να πραγματοποιηθούν κάποιες υπο-φάσεις. Τα σενάρια διδασκαλίας των δραστηριοτήτων STEM της συγκεκριμένης έρευνας ήταν ο σχεδιασμός μηχανικών, η εκμάθηση βασισμένη σε προβλήματα (PBL), ο κύκλος σχεδιασμού προϊόντος, η μέθοδος έργου και η εκμάθηση βασισμένη στην έρευνα. Για την εξαγωγή πειραματικών αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν στατιστικές ερωτήσεις που μελετούν την υπολογιστική σκέψη. Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια αυτό-αποτελεσματικότητας, ενώ οι ερωτήσεις έπρεπε να απαντηθούν με κλίμακα Likert. Τέλος, δόθηκαν ερωτήσεις για να ελέγξουν την αποτελεσματικότητα της υπολογιστικής σκέψης και στους μαθητές που χρησιμοποίησαν το εμπορικό υλικό και σε αυτούς που χρησιμοποίησαν τα ανακυκλώσιμα υλικά. Η διαφορά ήταν μεγάλη και

εμφανής στους μαθητές με τα ανακυκλώσιμα υλικά. Από τη συγκεκριμένη μελέτη έγινε αντιληπτό ότι με την πραγματοποίηση δραστηριοτήτων STEM οι μαθητές σημειώνουν σημαντική ανάπτυξη της υπολογιστικής τους σκέψης, αφού οι δραστηριότητες προσεγγίζουν την διεπιστημονικότητα. Βέβαια, η κατασκευή ενός ρομπότ χωρίς την χρήση ενός εμπορικού ρομποτικού κιτ, φανέρωσε την ανάπτυξη της φαντασίας και της μηχανικής ικανότητας των μαθητών.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι έχουν πραγματοποιηθεί ορισμένες έρευνες οι οποίες βασίζονται στο STEM PBL (Project Based Learning). Το STEM PBL εμπλέκει τους μαθητές με εργασίες που έχουν αξιόλογο αποτέλεσμα στη μάθηση (Capraro & Slough, 2013). Η συγκεκριμένη μέθοδος έχει τη βάση του στον κονστрукτιβισμό, στον οποίο οι μαθητές επιλύουν τα καθημερινά προβλήματα, πραγματοποιούνται βιωματικές πρακτικές, ομαδικές δραστηριότητες, ενώ επιτυγχάνεται η αλληλεπίδραση και η συνεργασία μεταξύ των μελών της ομάδας (Clark & Ernst, 2007; Capraro & Slough, 2013). Για να είναι αποτελεσματική η συγκεκριμένη προσέγγιση χρειάζεται διαθεματικότητα αλλά και να παρέχει στόχους ποικίλου περιεχομένου, οι οποίοι θα είναι ενσωματωμένοι στη βιωματική δραστηριότητα έτσι ώστε να παραχθεί ένα τελικό προϊόν (Capraro & Slough, 2013). Η συγκεκριμένη προσέγγιση είναι μια νέα διδακτική στρατηγική που θεωρείται μαθητοκεντρική διδασκαλία αφού καθοδηγείται από τους μαθητές. Γι' αυτόν τον λόγο γίνονται αρκετές έρευνες έτσι ώστε να αποδειχθεί η αποτελεσματικότητά της (Han, Capraro, & Capraro, 2014).

Οι έρευνες που έχουν γίνει βασιζόμενες στο STEM PBL έχουν δείξει θετικά αποτελέσματα στη μάθηση. Αναλυτικότερα, ορισμένοι ερευνητές (Baran & Maskan, 2010) πραγματοποίησαν μια έρευνα στην οποία συμμετείχαν οι ίδιοι οι φοιτητές του πανεπιστημίου και διαπίστωσαν ότι αυτή η προσέγγιση επηρεάζει με θετικό τρόπο τα αποτελέσματα της μάθησης αλλά και τις δεξιότητες των μαθητών. Σε αυτή την έρευνα οι διαφορές με την ομάδα ελέγχου ήταν στατικά αρκετά σημαντικές, γεγονός που αποδεικνύει την αποτελεσματικότητα της προσέγγισης.

Μία άλλη έρευνα (Han, Capraro, & Capraro, 2014) απέδειξε ότι η εφαρμογή του STEM PBL βοηθάει αρκετά στην επίδοση των μαθητών που είχαν χαμηλή επίδοση έτσι ώστε να μπορούν να ενταχθούν πιο ομαλά στην ολομέλεια της τάξης. Βέβαια, οι ερευνητές τονίζουν την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα σχετικά με το πώς οι ατομικοί

παράγοντες λειτούργησαν με το περιβάλλον του STEM PBL. Επιπρόσθετα, αποδείχθηκε ότι επηρεάζει θετικά τη συμπεριφορά των μαθητών ενώ ταυτόχρονα επιδιώκεται η συνεργασία και η επικοινωνία με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας (Domínguez & Jaime, 2010; Kaldi, Filippatou, & Govaris, 2011). Σύμφωνα με τους ερευνητές (Kaldi, Filippatou, & Govaris, 2011), επειδή η συγκεκριμένη προσέγγιση έχει βιωματική φύση, αναμένονται πολύ θετικά αποτελέσματα ως προς το περιεχόμενο της γνώσης αλλά και της συμπεριφοράς απέναντι στη μάθηση. Τέλος, το STEM PBL χρησιμοποιεί τις αρχές του μηχανικού σχεδιασμού στο πρόγραμμα των μαθημάτων και έτσι οι μαθητές εξοικειώνονται με τις εφαρμογές των πρακτικών ζητημάτων. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές αναπτύσσουν κριτική σκέψη και δεξιότητες που είναι απαραίτητες για την μελλοντική τους επαγγελματική πορεία (Capraro & Slough, 2013).

Συμπέρασμα

Από όσα προαναφέρθηκαν γίνεται φανερό ότι τις τελευταίες δεκαετίες, η εκπαίδευση STEM έχει λάβει αυξανόμενη προσοχή και προτεραιότητα σε πολλές χώρες του κόσμου (Bryan & Guzey, 2020). Η ένταξη των κλάδων του STEM στην εκπαίδευση προάγει την διαθεματικότητα, σημειώνονται με αυτόν τον τρόπο αρκετά οφέλη (Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios, & Vilchez-González, 2019). Αξίζει να επισημανθεί ότι ο κλάδος της μηχανικής χρησιμοποιείται και για την ενίσχυση της εκμάθησης των επιστημονικών μηχανισμών. Έτσι, φανερώνεται ότι η μηχανική έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει την επιστήμη, αλλά χρειάζεται και η προετοιμασία των εκπαιδευτικών για αποτελεσματικότερη χρήση (Pleasants, Tank, & Olson, 2021). Δεδομένου, λοιπόν, ότι η ενσωμάτωση του STEM είναι στα αρχικά στάδια, εξακολουθούν να υπάρχουν πολλά που οι εκπαιδευτικοί και οι ερευνητές μπορούν να μάθουν σχετικά με τον σχεδιασμό, την εφαρμογή και τα αποτελέσματα της ολοκληρωμένης εκπαίδευσης STEM. Γι' αυτόν τον λόγο υπάρχουν αρκετές ευκαιρίες για μελλοντικές έρευνες και μελέτες (Bryan & Guzey, 2020).

4. Ειδική Αγωγή

4.1 Τι είναι Ειδική Αγωγή;

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχει μία ποικιλία με ορισμούς της Ειδικής Αγωγής. Ένας από τους επικρατέστερους ορισμούς αναφέρει ότι η Ειδική Αγωγή είναι μια εξειδικευμένη μορφή εκπαίδευσης, η οποία προσαρμόζεται ανάλογα με τις ιδιαίτερες ανάγκες των μαθητών. Επίσης, αυτός ο όρος περιλαμβάνει εκπαιδευτικά προγράμματα και υπηρεσίες που έχουν ως στόχο να αντιμετωπίσουν τις δυσκολίες των μαθητές με ειδικές ανάγκες και στη συνέχεια να τις βελτιώσουν (Πολυχρονοπούλου, 2012). Η έννοια «ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες» αναφέρεται στους μαθητές που αντιμετωπίζουν διάφορες δυσκολίες στη μάθηση, είτε προσωρινά είναι μακροχρόνια. Ο συγκεκριμένος όρος είναι γενικός και χρησιμοποιείται για να τονίσει τις δυσκολίες στη μάθηση.

Τις τελευταίες δεκαετίες οι μαθητές με Αναπηρία και Ειδικές Εκπαιδευτικές Ανάγκες έχουν καταφέρει να αναγνωριστούν θεσμικά και να αποκτήσουν πρόσβαση σε μια ισότιμη και κατάλληλη εκπαίδευση (Παντελιάδου & Αργυρόπουλος, 2011). Τα άτομα με αναπηρία και ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες χρειάζονται υποστήριξη στην απόκτηση διάφορων ακαδημαϊκών και κοινωνικών δεξιοτήτων. Ιδιαίτερα σημαντικές θεωρούνται και οι μαθηματικές δεξιότητες διότι είναι χρήσιμες στην καθημερινή τους ζωή. Πολλές προσεγγίσεις στην εκπαίδευση έχουν αποδείξει τη χρησιμότητα της ένταξης της τεχνολογίας στην ειδική αγωγή με σκοπό την αύξηση των επιτευγμάτων αλλά και τη διευκόλυνση της μάθησης (Baglama, Yikmis, & Demirok, 2017).

4.1.1 Οι Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην Ειδική Αγωγή

Ο όρος ΤΠΕ στην ειδική αγωγή υποδηλώνει τη χρήση της τεχνολογίας έτσι ώστε να διευκολύνεται η λειτουργικότητα των μαθητών με ειδικές ανάγκες. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται μπορεί να είναι είτε συσκευές υποστήριξης είτε τεχνολογικά προηγμένες συσκευές είτε διάφορα εκπαιδευτικά λογισμικά που στοχεύουν στην ανάπτυξη των βασικών μαθησιακών δεξιοτήτων των μαθητών.

Η τεχνολογία θεωρείται σημαντικό εργαλείο στη διαδικασία της μάθησης, διότι το γνωστικό αντικείμενο γίνεται περισσότερο ενδιαφέρον, ψυχαγωγικό και περισσότερο προσιτό για τους μαθητές με ειδικές ανάγκες (Τσικολάτας, 2011). Επίσης, σε αρκετές έρευνες έχει αποδειχθεί ότι οι νέες τεχνολογίες προσφέρουν θετικά αποτελέσματα

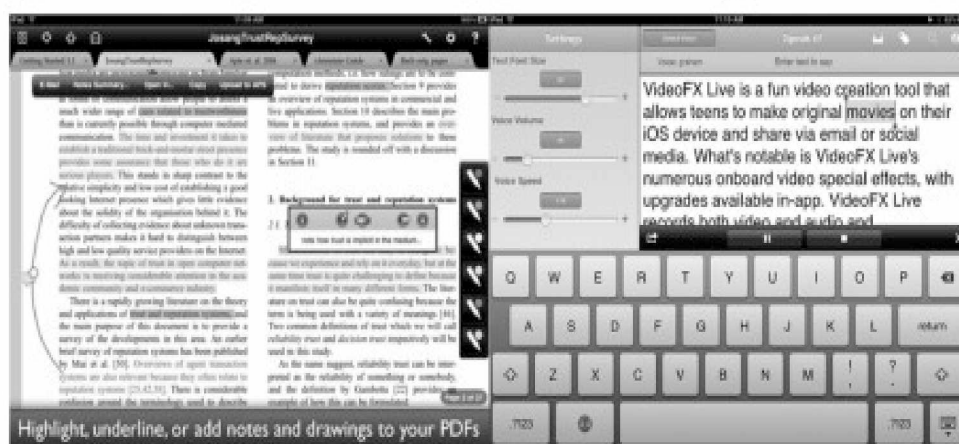
στην εκπαίδευση. Με τη χρήση των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων και των εκπαιδευτικών λογισμικών αντιμετωπίζονται φυσικά προβλήματα, όπως προβλήματα όρασης και κίνησης, ενώ βελτιστοποιούνται μαθησιακές δυσκολίες που τυχόν υπάρχουν (Γιαννακόπουλος, Φραγκογιάννης, & Παυλίδου, 2013; Drigas & Ioannidou, 2013; Ράπτης & Ράπτη, 2014). Παραδείγματα λογισμικών που βοηθούν στα φυσικά προβλήματα είναι η εφαρμογή Talking Calculator (εικόνα 27), η οποία διευκολύνει τους μαθητές με προβλήματα όρασης. Η οθόνη διεπαφής διαθέτει μεγάλα και χρωματιστά πλήκτρα, ενώ κατά την πληκτρολόγηση ή στο τέλος των υπολογισμών ακούγεται ένας ήχος. Για μαθητές με κινητικές δυσκολίες που παρουσιάζουν αδυναμία στη γραφή, χρήσιμη εφαρμογή είναι η Dragon Dictation (εικόνα 28), η οποία διαθέτει τεχνολογία αναγνώρισης της φωνής και τη μετατρέπει σε γραπτό λόγο. Επίσης, για τα άτομα με μαθησιακές δυσκολίες έχει μελετηθεί ότι ιδιαίτερα χρήσιμες είναι οι εφαρμογές οι οποίες επιτρέπουν την υπογράμμιση του κειμένου, την επεξήγηση της σημασίας μιας λέξης και την ακρόαση της ανάγνωσης του κειμένου. Τέτοιες εφαρμογές είναι το Speak-It και το IAnnotate (εικόνα 29). Φυσικά υπάρχουν και εφαρμογές που απευθύνονται στους μαθητές με αυτισμό ή και άλλες δυσκολίες με σκοπό την ενίσχυση των κοινωνικών τους δεξιοτήτων (π.χ. Social Story Creator and Library) αλλά και της επικοινωνίας (π.χ. Prologuo2Go, Free Speech) (Καραγιαννίδης & Καραματσούκη, 2018).



Εικόνα 27. Οθόνη από την εφαρμογή Talking Calculator (Καραγιαννίδης & Καραματσούκη, 2018)



Εικόνα 28. Εφαρμογή Dragon Dictation (Καραγιαννίδης & Καραματσούκη, 2018)



Εικόνα 29. Η εφαρμογή IAnnotate και η Speak-It (Καραγιαννίδης & Καραματσούκη, 2018)

Σε αυτό το σημείο κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής δεν βοηθά με τον ίδιο τρόπο όλα τα άτομα με ειδικές ανάγκες. Γι' αυτόν τον λόγο είναι αρκετά σημαντικό έως και απαραίτητο οι εκπαιδευτικοί που χρησιμοποιούν τις νέες τεχνολογίες ως βοηθό των ατόμων με ειδικές ανάγκες, να παρακολουθούν τις εξελίξεις στον τομέα του εκπαιδευτικού λογισμικού και να επιχειρούν να δοκιμάζουν διάφορα εργαλεία και εφαρμογές. Φυσικά, το υλικό του υπολογιστή και το λογισμικό χρειάζεται να είναι προσαρμοσμένο στις ανάγκες των ατόμων (Ράπτης & Ράπτη, 2014).

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι ότι όταν χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία, τα άτομα με ειδικές ανάγκες εμφανίζουν περισσότερη αυτοσυγκέντρωση τόσο σε χρονική διάρκεια όσο και σε ένταση (Μαράκη & Παπαδάκης, 2008). Είναι επίσης κοινώς παραδεκτό ότι τα παιδιά με ελαφριές και με σοβαρότερες δυσκολίες μπορούν να μάθουν να χρησιμοποιούν τη

Logo σε συνδυασμό με άλλα κινητικά παιχνίδια και έτσι να κατακτήσουν και να κατανοήσουν βασικές προμαθηματικές έννοιες καθώς και γεωμετρικές και μαθηματικές έννοιες (Ράπτης & Ράπτη, 2014).

Όπως αποδείχτηκε και σε όσα προαναφέρθηκαν, τα άτομα τυπικής ανάπτυξης παρουσιάζουν οφέλη από την χρήση της τεχνολογίας και πιο συγκεκριμένα από τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής και της ένταξης του STEM στην εκπαιδευτική διαδικασία. Έτσι, σε αυτό το σημείο κρίνεται σκόπιμο να παρουσιαστεί και βιβλιογραφικά τα αποτελέσματα στην ειδική αγωγή και πιο συγκεκριμένα στους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες, διαταραχή ελλειμματικής προσοχής – υπερκινητικότητα (ΔΕΠΥ) και αυτισμό. Να τονιστεί ότι ο αυξανόμενος αριθμός των παιδιών με ειδικές ανάγκες απαιτεί βελτίωση των μεθόδων στην εκπαίδευση μειώνοντας τους φραγμούς στη μάθηση (Aslanoglou, Papazoglou, & Karagiannidis, 2018).

4.2 Μαθησιακές Δυσκολίες

Όταν γίνεται αναφορά στις Μαθησιακές Δυσκολίες παραπέμπεται σε μια κατηγορία δυσκολιών όπου το άτομο έχει δυσκολεύεται να μάθει με τον καθιερωμένο τρόπο (Τζιβινίκου, 2015). Πρόκειται για την μεγαλύτερη κατηγορία ειδικών εκπαιδευτικών αναγκών όπου στην Ελλάδα το 50% των μαθητών που φοιτούν στις Σχολικές Μονάδες Ειδικής Αγωγής έχουν διαγνωστεί με Μαθησιακές Δυσκολίες. Οι μαθησιακές δυσκολίες εκδηλώνονται με προβλήματα στην γλώσσα, στην ανάγνωση, στη γραφή και στα μαθηματικά (Παντελιάδου, 2011). Φυσικά, οι μαθητές έχουν την ικανότητα να μάθουν και γι' αυτό πρόκειται για «μαθησιακή διαφορετικότητα», δηλαδή η μάθηση επιτυγχάνεται με διαφορετικό τρόπο, ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε παιδιού (Τζιβινίκου, 2015).

Ο όρος «Μαθησιακές Δυσκολίες» χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον ψυχολόγο και ειδικό παιδαγωγό Samuel Kirk το 1963 σε ένα συνέδριο που αφορούσε τα παιδιά με προβλήματα μάθησης. Σε αυτό το συνέδριο χρησιμοποίησε αυτόν τον όρο για να περιγράψει τους μαθητές οι οποίοι είχαν διαταραχές στη γλώσσα, στο λόγο, στην ανάγνωση και στις κοινωνικές δεξιότητες. Η νέα λοιπόν κατηγορία ειδικών εκπαιδευτικών αναγκών ορίστηκε με βάση την ανάγκη που προέκυψε για υποστήριξη και όχι εξαιτίας των κλινικών χαρακτηριστικών. Αποτέλεσμα αυτού ήταν να διαμορφώσει το κοινωνικό και το σχολικό περιβάλλον την κατηγορία των Μαθησιακών δυσκολιών (Παντελιάδου, 2011). Αξίζει να σημειωθεί ότι η εννοιολογική σύλληψη είναι πάνω από εκατό χρόνια που είχαν γίνει μελέτες περιπτώσεων σε παιδιά που ενώ η οπτική οξύτητά τους ήταν ομαλή δεν μπορούσαν να διαβάσουν τις λέξεις (Morgan, 1896).

Γύρω στο 1900 με το όρο μαθησιακές δυσκολίες εννοούσαν τις δυσκολίες στην ανάγνωση. Αυτές οι δυσκολίες ήταν παρούσες σε παιδιά, εφήβους και ενήλικες που όλοι είχαν τυπικές γνωστικές ικανότητες και λειτουργίες. Στη συνέχεια, οι έρευνες που πραγματοποιήθηκαν προσπάθησαν να εντοπίσουν διάφορες αιτίες που ευθύνονταν για την εμφάνιση αυτών των διαταραχών. Αυτές, λοιπόν, οι έρευνες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οφείλονται σε νευρο-αναπτυξιακές διαταραχές και πιο συγκεκριμένα στην καθιέρωση της ημισφαιρικής εγκεφαλικής επικράτησης. Άλλες έρευνες παρουσίασαν ως αιτίες τις οπτικο-αντιληπτικές διαταραχές, τις ακουστικο-αντιληπτικές και γλωσσικές διαταραχές, τις διαταραχές ενδοαισθητηριακής ολοκλήρωσης και τέλος την διαταραχή προσοχής και μνήμης.

Σήμερα επικρατεί η άποψη ότι δεν ευθύνεται μόνο ένας παράγοντας για τις Μαθησιακές Δυσκολίες (Ζυγούρης, 2020).

Σύμφωνα με την πέμπτη έκδοση του Διαγνωστικού και Στατιστικού Εγχειριδίου Ψυχικών Διαταραχών (DSM-V), για να διαγνωστεί μια ειδική μαθησιακή δυσκολία είναι απαραίτητο να υπάρχουν συστηματικές δυσκολίες στην ανάγνωση, τη γραφή και στην αριθμητική ή σε μαθηματικές δεξιότητες κατά τη διάρκεια της τυπικής εκπαίδευσης. Τα χαρακτηριστικά των ατόμων για να γίνει διάγνωση περιλαμβάνει μία αργή ανάγνωση, φτωχό γραπτό λόγο ή ανακριβή μαθηματική επιχειρηματολογία (American Psychiatric Association, 2013).

Τα χαρακτηριστικά των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες καταγράφηκαν στις περιοχές της αντίληψης, της γλώσσας, της μνήμης, της μεταγνώσης, ενώ είναι φανερές και οι σχολικές δυσκολίες (Παντελιάδου, 2011). Πολλά παιδιά έχουν δυσκολία στην ανάγνωση και τη γραφή, προβλήματα στις μαθηματικές δεξιότητες και στη διατήρηση της προσοχής, δυσκολία στη μνήμη και στην ακολουθία εντολών, φτωχή ικανότητα συντονισμού και οργάνωσης και πρόβλημα σε έννοιες που σχετίζονται με τον χρόνο. Επίσης, ένα παιδί με μαθησιακές δυσκολίες είναι πιθανό να έχει παρορμητική συμπεριφορά, να δυσκολεύεται να συγκεντρωθεί σε ένα έργο, να έχει ανώριμο τρόπο ομιλίας, να μην είναι συνεπής στη σχολική επίδοση και τέλος να παρουσιάζει δυσκολία στην κατανόηση λέξεων και εννοιών και στην αντιμετώπιση νέων καταστάσεων στη ζωή του. Φυσικά, αυτά τα χαρακτηριστικά διαφέρουν από άτομο σε άτομο και επίσης παρατηρούνται για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αυτά τα χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν δεν είναι ικανά για να διαγνώσουν τις μαθησιακές δυσκολίες (Τζιβινίκου, 2015).

Σε αυτό το σημείο είναι χρήσιμο να γίνει μια απλή αναφορά των χαρακτηριστικών που οφείλονται στις αναγνωστικές και ορθογραφικές δυσκολίες καθώς και στα προβλήματα του προφορικού λόγου, της προσοχής/συγκέντρωσης, της βραχυπρόθεσμης μνήμης, ακολουθίας, συντονισμού και τέλος ψυχολογικά προβλήματα. Αναλυτικότερα, όσον αφορά τις αναγνωστικές και ορθογραφικές δυσκολίες, παρατηρούνται ότι οι μαθητές παρουσιάζουν υπερβολικά αργή και μονότονη ανάγνωση, αντικατάσταση και παράλειψη λέξεων, γραμματικά λάθη, περίεργη ορθογραφία και δυσανάγνωστη γραφή, πολύ αργό ρυθμό γραφής και λάθη στα σημεία στίξης. Σχετικά με τα προβλήματα προφορικού λόγου, παρατηρείται

καθυστέρηση του προφορικού λόγου και πολλά λάθη τόσο στον προφορικό όσο και στον γραπτό λόγο. Τα προβλήματα στην προσοχή και στη συγκέντρωση σχετίζονται με μικρή διάρκεια προσοχή και εύκολη απόσπαση αυτής, υπερκινητικότητα και αυτοματισμό. Όσον αφορά τα προβλήματα στη βραχυπρόθεσμη μνήμη, στην ακολουθία και τον συντονισμό, πρόκειται για δυσκολίες στη συγκράτηση των οδηγιών, στην αποστήθιση, στη διάκριση αριστερού και δεξιού, στην παρακολούθηση λεκτικών οδηγιών, στις συντονισμένες δραστηριότητες και στη διατήρηση του ρυθμού, ενώ ταυτόχρονα παρατηρείται πιο αργός τρόπος εκμάθησης της αυτοματοποιημένης εφαρμογής ποικίλων δραστηριοτήτων ακολουθίας. Τέλος, τα ψυχολογικά προβλήματα σχετίζονται με χαμηλή αυτοεκτίμηση, εύκολη παραίτηση και υπερευαίσθησία στην κριτική (Κολιάδης, 2010; Παντελιάδου, 2011; Τζιβινίκου, 2015).

Σε αυτό το σημείο είναι απαραίτητο να γίνει αναφορά στις μορφές των Μαθησιακών Δυσκολιών. Αυτές οι μορφές είναι η δυσλεξία, η δυσαριθμησία, η δυσγραφία, η δυσορθογραφία και οι κοινωνικο-συγκινησιακές διαταραχές. Παρακάτω θα γίνει μια σύντομη περιγραφή των μορφών αυτών.

Σχετικά με τη δυσλεξία, ο όρος αυτός αναφέρεται σε μια αναπτυξιακή διαταραχή της ικανότητας του συλλαβισμού και της ανάγνωσης, παρά το γεγονός της εκπαιδευτικής, αισθητηριακής και κοινωνικοοικονομικής επάρκειας και της νοημοσύνης του ατόμου (Zygouris, et al., 2018; Zygouris, Avramidis, Karapetsas, & Stamoulis, 2018). Τα παιδιά με δυσλεξία παρουσιάζουν δυσκολίες στην φωνολογική κωδικοποίηση των γραμμάτων στους ήχους που τους αντιπροσωπεύουν (Ζυγούρης, 2020). Στη συγκεκριμένη διαταραχή υποστηρίζεται ότι τα συγκεκριμένα άτομα δεν μπορούν να επεξεργαστούν με επιτυχία τα ακουστικά ερεθίσματα με αποτέλεσμα να επιδεικνύουν προβλήματα στη φωνολογική αποκωδικοποίηση (Vellutino, Fletcher, Snowling, & Scanlon, 2004). Η παιδική Νευροψυχολογία θεωρεί ότι η δυσλεξία είναι αποτέλεσμα εγκεφαλικών δυσλειτουργιών. Ο εγκέφαλος του δυσλεκτικού παιδιού είναι διαφορετικός από αυτόν του φυσιολογικού παιδιού, όμως το πρόβλημα της δυσλεξίας δεν παραμένει μόνο σε αυτό (Καραπέτσας, 2015).

Η δυσαριθμησία ορίζεται σαν τη διαταραχή σ' έναν ή περισσότερους μηχανισμούς που εμπλέκονται στα μαθηματικά, όπως για παράδειγμα ο υπολογισμός και η μαθηματική λογική (Ζυγούρης, 2020) καθώς επίσης παρατηρούνται διαταραχές στη

μάθηση και στη μνήμη των αριθμητικών γεγονότων και στην εκτέλεση διαδικασιών υπολογισμού (Monei & Pedro, 2017). Ακόμη έχει αποδειχθεί ότι οι αριθμητικές δυσκολίες συνδυάζονται με τουλάχιστον μέση νοημοσύνη (Cowan & Powell, 2014). Η δυσγραφία ορίζεται ως η διαταραχή της γραπτής έκφρασης που εμπλέκει έναν ή περισσότερους μηχανισμούς. Αυτοί οι μηχανισμοί είναι η κινητική διαταραχή της γραφής, η διαμόρφωση των γραμμάτων, η ταχύτητα της γραφής και η χωρική οργάνωσή της. Επίσης, σε αυτούς ανήκουν οι σημασιολογικές ικανότητες καθαρής έκφρασης και οι οργανωτικές ικανότητες που αφορούν την θεματολογία και τη γραφή. Η δυσορθογραφία είναι η διαταραχή σε έναν ή περισσότερους μηχανισμούς της ορθογραφίας. Τέτοιοι μηχανισμοί είναι η διαταραχή της ιστορικής ορθογραφίας των λέξεων και η διαταραχή της καταληκτικής και γραμματικής ορθογραφίας των λέξεων. Τέλος, οι κοινωνικο-συγκινησιακές μαθησιακές δυσκολίες αφορούν τις διαταραχές που προκαλούνται από ειδικούς παράγοντες και είναι κοινωνικές ή συγκινησιακές. Σε αυτές τις διαταραχές υπάρχει μια νευροψυχολογική βάση. Αυτές εκδηλώνονται σε καταστάσεις προσαρμογής σε νέα δεδομένα, σε κοινωνικούς ανταγωνισμούς, κρίση, φτωχές επικοινωνίες, αντιλήψεις, υπερκινητικότητα, υποκινητικότητα και άλλα (Ζυγούρης, 2020).

Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των μαθησιακών δυσκολιών είναι ότι υπάρχουν σε όλη τη διάρκεια της ζωής των ατόμων και κυρίως εμφανίζονται κατά τα πρώτα σχολικά χρόνια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει μια συνεχής σχολική αποτυχία και ταυτόχρονα να επηρεάζεται αρνητικά η αυτοεκτίμηση και η αυτοπεποίθηση των μαθητών αυτών (Κολιάδης, 2010). Γι' αυτόν τον λόγο είναι αρκετά σημαντική η αποτελεσματική διδασκαλία με σκοπό οι μαθητές να αντιμετωπίσουν τις δυσκολίες τους. Σήμερα, η ειδική αγωγή έχει μεγάλη και τεκμηριωμένη τεχνογνωσία έτσι ώστε να υποστηρίξει τη διδασκαλία των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες χρησιμοποιώντας αποτελεσματικές μεθόδους και τεχνικές διδασκαλίας (Παντελιάδου, 2011).

Σχετικά με τον τρόπο αντιμετώπισης των μαθησιακών δυσκολιών, μεγάλο ρόλο διαδραματίζει το μαθησιακό περιβάλλον. Στη σημερινή εποχή, στην Ελλάδα, το κυρίαρχο πλαίσιο παροχής ειδικής αγωγής για τις μαθησιακές δυσκολίες είναι το τμήμα ένταξης. Φυσικά και η εφαρμογή της αρχής της εξατομίκευσης είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν συνδυάζεται με ένα μαθησιακό περιβάλλον που ευνοεί την επικοινωνία και την προσαρμογή της διδασκαλίας (Παντελιάδου, 2011).

Όσον αφορά τις αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις και πρακτικές, έχει αποδειχθεί ότι αυτές που οδηγούν σε θετικά αποτελέσματα είναι η άσκηση, η επανάληψη, η πρακτική, η εφαρμογή, η ανάλυση σε μικρότερα μέρη και η διδασκαλία σε μικρές ομάδες αλληλεπίδρασης (Παντελιάδου, 2011). Είναι σημαντικό κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας να αξιοποιούνται χειραπτικά υλικά και σύμβολα ή εικόνες πριν γίνει η παρουσίαση μιας έννοιας (Witzel, 2001). Επίσης, ο συνδυασμός των χειραπτικών υλικών με την επίδειξη από τον εκπαιδευτικό, την καθοδηγούμενη και στη συνέχεια την ανεξάρτητη άσκηση έχει αποδειχθεί ως μία αρκετά αποτελεσματική στρατηγική στη διδασκαλία και κυρίως στα μαθηματικά (Cass, Cates, Smith, & Jackson, 2003). Σχετικά με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην ορθογραφία, έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματική η ενίσχυση της φωνολογικής επίγνωση (Καρατζάς, 2005). Ακόμη, για τη βελτίωση των δεξιοτήτων της ορθογραφίας βοηθάει η ορθογραφημένη γραφή με τη χρήση της τεχνολογίας, όπως είναι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής (Παντελιάδου, 2011).

Επιπρόσθετα, είναι ιδιαίτερα χρήσιμο να γίνεται προσπάθεια δημιουργίας εσωτερικών κινήτρων του μαθητή αλλά και να γίνεται αναγνώριση των προσπαθειών που ο ίδιος καταβάλλει. Να σημειωθεί πως ο έπαινος όταν φυσικά συνδυάζεται με την κατάλληλη προσπάθεια είναι σημαντικός διότι δημιουργεί κίνητρα για μάθηση. Μέσα στην τάξη κρίνεται σκόπιμο να επιδιώκεται η βλεμματική επαφή με τα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες για να μην νιώθουν ότι παραμελούνται. Τέλος, είναι χρήσιμο να μάθουν να θέτουν πραγματοποιήσιμους στόχους, διότι οι περισσότεροι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες προσπαθούν να επιτύχουν απραγματοποίητους στόχους για τις ικανότητές τους, με αποτέλεσμα συνεχώς να απογοητεύονται (Κολιάδης, 2010).

Συμπερασματικά, η επιτυχής αντιμετώπιση των προβλημάτων συνίσταται στη συστηματική οργάνωση ενός προγράμματος παρέμβασης, στη σαφή διδασκαλία των μεταγνωστικών στρατηγικών και στρατηγικών αυτορρύθμισης καθώς επίσης και στην επίγνωση ότι αυτή η διαδικασία, η οποία είναι επίπονη και τα αποτελέσματά της θα φανούν μακροπρόθεσμα, είναι χρήσιμο να είναι ευέλικτη στην αναπροσαρμογή των αρχικών μεθόδων και στόχων (Κολιάδης, 2010). Επίσης, οι γονείς είναι σημαντικό να ενθαρρύνουν και να υποστηρίζουν το παιδί στις επιλογές του έτσι ώστε να βρει έναν τομέα που θα νιώθει επιτυχημένο. Ο στόχος της εκπαίδευσης των παιδιών με

μαθησιακές δυσκολίες είναι η δημιουργία εσωτερικών κινήτρων που σιγά σιγά με καθοδήγηση και υπομονή θα έρθουν στην επιφάνεια.

4.2.1 ΤΠΕ και Μαθησιακές Δυσκολίες

Η αξιοποίηση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών μπορεί αποτελεσματικά να συμβάλλει στη διαδικασία της μάθησης. Βέβαια, ανάλογα με τις ανάγκες των μαθητές προσαρμόζονται ανάλογα στη διδασκαλία. Η προσπάθεια μέσα από τη χρήση βίντεο, εικόνων και διαφανειών γίνεται η συγκέντρωση όλων των οπτικών και ακουστικών δυνατοτήτων για να ολοκληρωθεί μία εκπαιδευτική δραστηριότητα. Για να βοηθηθούν τα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες είναι χρήσιμη μια πολύ-αισθητηριακή διδασκαλία καθώς και ο εντοπισμός των σημείων που τα παιδιά δείχνουν περισσότερο ενδιαφέρον (Νικολόπουλος, 2017).

Σχετικά με την δυσλεξία, έχει παρατηρηθεί ότι οι εφαρμογές του υπολογιστή φαίνονται να είναι ένας χρήσιμος βοηθός διότι παρέχουν ορισμένες διευκολύνσεις που ανταποκρίνονται στις ανάγκες των μαθητών αυτών. Για παράδειγμα, τα οπτικά σήματα συνδυάζονται με τα ακουστικά και την αισθησιοκινητική μάθηση, ενώ φυσικά υπάρχουν τα ακουστικά βοηθήματα, τα χρώματα, η πληκτρολόγηση κειμένου, οι διορθωτές λαθών, η επεξεργασία σημάτων και συμβόλων, η οργάνωση των ιδεών, οι επαναληπτικές δραστηριότητες, οι εννοιολογικές χαρτογραφήσεις και άλλα. Όλα αυτά βοηθούν τους μαθητές να αναπτυχθούν, να αποκτήσουν αυτονομία και να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των αναλυτικών προγραμμάτων. Βέβαια, για την δυσλεξία είναι βοηθητικά και τα εκπαιδευτικά λογισμικά καθώς και τα ειδικά βιβλία με ακουστική ανάγνωση (Ράπτης & Ράπτη, 2014).

Όσον αφορά στα μαθηματικά, χρησιμοποιούνται πληκτρολόγια που αντιστοιχούν σε εικόνες ή έννοιες, η γλώσσα προγραμματισμού Logo και η χελώνα εδάφους καθώς επίσης χρησιμοποιούνται και παιχνίδια προσομοίωσης. Με τη χρήση της logo, τα παιδιά μπορούν να κατασκευάσουν σχήματα τοποθετώντας μια σειρά από εντολές και να ανακαλύψουν ποσοτικά φαινόμενα. Με την χελώνα εδάφους έχουν την ικανότητα να δημιουργήσουν διάφορα πρότζεκτ και να τα συνδέσουν με τα σχολικά τους μαθήματα. Τα παιχνίδια προσομοίωσης βοηθούν στην κατάκτηση βασικών αριθμητικών πράξεων ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσεται η ικανότητα επίλυσης στοιχειωδών προβλημάτων αριθμητικής. Σχετικά χρήσιμα μπορούν να είναι τα

εκπαιδευτικά λογισμικά ως προς την ανάπτυξη δεξιοτήτων προσέγγισης και επίλυσης προβλημάτων (Ράπτης & Ράπτη, 2014).

Σε αυτό το σημείο κρίνεται απαραίτητο να αναφερθεί η χρησιμότητα και η αξία της εκπαιδευτικής ρομποτικής στα άτομα με μαθησιακές δυσκολίες μέσα από διάφορες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί. Βέβαια, με τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής ενισχύεται η επιστήμη, η τεχνολογία, η μηχανική και τα μαθηματικά (STEM). Αναλυτικότερα, μία έρευνα (Hamdan, Amorri, & Hamdan, 2017) πραγματοποιήθηκε σε μαθητές με δυσλεξία με στόχο να εξασκήσουν τις κοινωνικές και επικοινωνιακές τους δεξιότητες και να αλληλεπιδράσουν με τους συνομηλίκους τους. Σε αυτή την έρευνα χρησιμοποιήθηκαν το ανθρωποειδές ρομπότ NAO, το οποίο δίνει την δυνατότητα για εξάσκηση των κοινωνικών και επικοινωνιακών δεξιοτήτων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χρήση του ρομπότ ανέπτυξε τη φαντασία των μαθητών με δυσλεξία, ενώ ταυτόχρονα ήταν περισσότερο ενεργοί στη μαθησιακή διαδικασία και κατάφεραν να μάθουν τις δεξιότητες της αγγλικής γλώσσας, δηλαδή ανάγνωση, γραφή, προφορική ομιλία και αναγνώριση της γλώσσας. Επίσης, τα Lego χρησιμοποιήθηκαν και στα παιδιά που είχαν δυσκολίες στην ανάγνωση. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι η χρήση του Lego βελτίωσε την ανάλυση και την επίλυση προβλημάτων καθώς και τις κοινωνικές σχέσεις μεταξύ των μαθητών (Saleki, Tajeri, & Ahadi, 2020).

Όσον αφορά τη χρήση των ρομπότ Lego Mindstorms, πραγματοποιήθηκε μία έρευνα (Conchinha, Osório, & de Freitas, 2015) σε μαθητές με δεκατέσσερα και δεκαπέντε ετών που είχαν μαθησιακές δυσκολίες και ήταν απρόθυμοι να συμμετάσχουν σε οποιαδήποτε δραστηριότητα. Η συγκεκριμένη έρευνα έκανε φανερό ότι με τη χρήση του εκπαιδευτικού ρομποτικού πακέτου και στη συνέχεια με τη κατασκευή ρομπότ, οι μαθητές γοητεύτηκαν από την όλη δραστηριότητα, παρακινήθηκαν να συμμετάσχουν σε όλες τις δραστηριότητες, και πιο συγκεκριμένα στη συναρμολόγηση, στον προγραμματισμό και στην αλληλεπίδραση. Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν φανέρωσαν ότι οι μαθητές έμαθαν παίζοντας, ενώ ταυτόχρονα προωθήθηκε η ένταξή τους σε διαφορετικές και ενδιαφέρουσες δραστηριότητες.

Είναι χρήσιμο να αναφερθεί ότι υπάρχουν πολύ λίγες έρευνες οι οποίες βασίζονται στο STEM και βελτιώνουν τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες. Πράγματι ένα πρόγραμμα STEM εφαρμόστηκε σε μαθητές με μαθησιακές

δυσκολίες που ακολουθούσαν εξατομικευμένο πρόγραμμα παρέμβασης με σκοπό να εξερευνήσουν το STEM ως μια μελλοντική επιλογή σταδιοδρομίας, χτίζοντας με αυτόν τον τρόπο τις γνώσεις και την αυτοπεποίθησή τους. Τα αποτελέσματα φανέρωσαν ότι υπήρχε αύξηση των γνώσεων των συμμετεχόντων, αλλά και στο ενδιαφέρον σταδιοδρομίας. Συνολικά, αποδείχτηκε ότι τόσο οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες όσο και οι γονείς ανέπτυξαν θετικές αντιδράσεις για τις επιστήμες του STEM (Lam, Doverspike, Zhao, Zhe, & Menzemer, 2008). Έπειτα από μία μελέτη που έγινε σε μαθητές γυμνασίου με μαθησιακές δυσκολίες, αποδείχτηκε ότι αυτοί που παρακολούθησαν μαθήματα STEM αύξησαν σημαντικά τα εκπαιδευτικά τους αποτελέσματα. Να σημειωθεί ότι παρόλο που ο γενικός πληθυσμός των μαθητών επωφελήθηκε από τη λήψη μαθημάτων STEM, τα πλεονεκτήματα ήταν μεγαλύτερα για εκείνους τους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες (Plasman & Gottfried, 2016). Θα αποτελούσε σοβαρή παράλειψη να μην τονιστεί ότι οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες αντιμετωπίζουν τεράστιες προκλήσεις στην επιστήμη. Γι' αυτό έγινε αναφορά σε ένα άρθρο ότι οι γνωστικές δυσκολίες των μαθητών αυτών με σκοπό να λύσουν μαθηματικά προβλήματα που βασίζονται στο STEM και μοιράζονται αποτελεσματικές παρεμβάσεις στοχεύοντας στην γνωστική τους ανάπτυξη (Asghar, Sladeczek, Mercier, & Beaudoin, 2017).

Σε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν έγινε φανερό ότι οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες κατάφεραν να αναπτύξουν την υπολογιστική τους σκέψη πραγματοποιώντας δραστηριότητες STEM. Πιο συγκεκριμένα, σε μία έρευνα ο στόχος ήταν η διδασκαλία της μαθηματικής έννοιας της περιμέτρου και η ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες που συμμετείχαν στην έρευνα. Να σημειωθεί ότι για την επίτευξη των δραστηριοτήτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Scratch. Τα αποτελέσματα ήταν θετικά και φανέρωσαν τόσο ότι βελτίωσαν την μαθησιακή τους ικανότητα όσο και ότι ανέπτυξαν την υπολογιστική σκέψη (Liao, Hsu, & Wu, 2020). Γενικά, με την πάροδο των χρόνων, όλο και περισσότερο γίνεται προσπάθεια ένταξης της υπολογιστικής σκέψης και της πληροφορικής στην ειδική αγωγή. Οι εκπαιδευτικοί είναι σημαντικό να προσπαθούν να εντάξουν την υπολογιστική σκέψη και την επιστήμη των υπολογιστών προκειμένου να βελτιωθεί η εκπαίδευση των μαθητών αυτών. Από μελέτη που πραγματοποιήθηκε αποδείχτηκε ότι οι εμπειρίες και οι ευκαιρίες που

εξήχθησαν επηρέασαν θετικά τους μαθητές με ειδικές ανάγκες (Bouck, Sands, Long, & Yadav, 2021).

Όπως έγινε φανερό, δυστυχώς οι έρευνες σχετικά με την ένταξη της εκπαίδευσης STEM με σκοπό την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης για τους μαθητές με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες είναι αρκετά περιορισμένες. Αν και έχουν γίνει μελέτες που φανερώνουν ότι η ένταξη του STEM μπορεί να βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό τους μαθητές με ειδικές ανάγκες, για τα άτομα με μαθησιακές δυσκολίες οι έρευνες παραμένουν ακόμα περιορισμένες. Παρακάτω γίνεται αναφορά και στον Αυτισμό και στη Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής – Υπερκινητικότητα (ΔΕΠΥ), όπου θα γίνει αντιληπτό ότι οι έρευνες είναι περισσότερες αλλά και πάλι παραμένει ένα θέμα που χρήζει περαιτέρω μελέτης.

4.3 Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής – Υπερκινητικότητα (ΔΕΠ-Υ)

Σχετικά με τη Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής – Υπερκινητικότητα (ΔΕΠ-Υ) με διεθνή ονομασία Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD), χαρακτηρίζεται ως μία νευροβιολογική διαταραχή στην παιδική ηλικία και κατά ένα σημαντικό ποσοστό εξακολουθεί να υπάρχει και στην ενήλικη ζωή (Franke, et al., 2018; Πανελλήνιο Σωματείο Ατόμων με ΔΕΠΥ, χ.χ.). Ο όρος ΔΕΠ-Υ όπως αναφέρεται συχνά προέρχεται από την Αμερική και αναφέρεται στα παιδιά ή σε άτομα νεαρής ηλικίας που παρουσιάζουν παρορμητικότητα, υπερκινητικότητα και απροσεξία, σε βαθμό που επηρεάζει την κοινωνική και εκπαιδευτική τους προσαρμογή και επιτυχία (Κουμπιάς, 2010).

Η συχνότητα εμφάνισης της διαταραχής είναι στο πέντε (5) με επτά (7) τοις εκατό (5-7%) του μαθητικού πληθυσμού με μεγαλύτερη εμφάνιση στα αγόρια. Παρόλα αυτά, πιστεύεται ότι η συχνότητα εμφάνισης είναι περίπου η ίδια και στα δυο φύλα, με τη διαφορά ότι τα κορίτσια συχνά δεν παρουσιάζουν την υπερκινητικότητα αλλά αντίθετα διαχειρίζονται καλύτερα τη διαταραχή τους, γι αυτό και η διάγνωση μπορεί να καθυστερήσει (Franke, και συν., 2018). Το πρόβλημα εμφανίζεται συνήθως για πρώτη φορά στη σχολική ηλικία μεταξύ τριών και επτά ετών. Όσον αφορά την αναγνώριση του προβλήματος, αυτή συμπίπτει τις περισσότερες φορές με την ένταξη και τη συμμετοχή στο σχολείο, διότι σε αυτό το πλαίσιο υπάρχουν οι αυξημένες απαιτήσεις για συγκέντρωση, προσοχή, οργάνωση και συμμόρφωση στους σχολικούς κανόνες (Πανελλήνιο Σωματείο Ατόμων με ΔΕΠΥ, χ.χ.).

Η ΔΕΠ-Υ διαγιγνώσκεται από ειδικούς επιστήμονες και με τη χρήση σταθμισμένων κριτηρίων (Κουμπιάς, 2010). Στην τρίτη έκδοση του Διαγνωστικού και Στατιστικού Εγχειριδίου Ψυχικών Διαταραχών (DSM) αναφέρεται ως «Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής με ή χωρίς Υπερκινητικότητα». Ωστόσο, η πιο πρόσφατη και αναθεωρημένη έκδοσή του DSM, δηλαδή το DSM-IV (American Psychiatric Association, 2000), την ονομάζει «Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής-Υπερκινητικότητα» (ΔΕΠΥ), δίνοντας πλέον έμφαση όχι μόνο στο αντικείμενο της προσοχής, αλλά στην υπερκινητικότητα και την παρορμητικότητα (Καλαντζή-Αζίζι & Ζαφειροπούλου, 2004). Επιπλέον, σύμφωνα με το διαγνωστικό εργαλείο ICD-10 (International Classification of Diseases), η απροσεξία είναι απαραίτητη να συνυπάρχει με τα συμπτώματα της ΔΕΠΥ (Barkley, 2003).

Η συγκεκριμένη διαταραχή έχει τρεις μορφές. Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη μορφή είναι η ΔΕΠ-Υ με προεξάρχοντα τον απρόσεκτο τύπο, ο οποίος συνίσταται και στα αγόρια και στα κορίτσια. Ακολούθως, είναι η ΔΕΠ-Υ με προεξάρχοντα τον υπερκινητικό – παρορμητικό τύπο που εμφανίζεται με μεγαλύτερη συχνότητα στα αγόρια και τέλος η συνδυαστική μορφή και των δύο προηγούμενων τύπων. Τα παιδιά του πρώτου τύπου έχουν δυσκολίες στη συγκέντρωση, χωρίς αυτό να είναι αναμενόμενο για την ηλικία τους. Τα παιδιά που ανήκουν στον δεύτερο τύπο σε αυξημένο βαθμό την κινητική τους δραστηριότητα και την ομιλία τους σε σύγκριση με την προβλεπόμενη ηλικία τους, ενώ ταυτόχρονα λειτουργούν με αυθορμητικότητα, χωρίς να κάνουν δεύτερες σκέψεις. Τέλος, τα παιδιά του τρίτου τύπου συνδυάζουν όλα τα παραπάνω (Wenar & Kerig, 2000). Συμπερασματικά, τα τρία βασικά χαρακτηριστικά της διαταραχής είναι η υπερδραστηριότητα, η απροσεξία και η παρορμητικότητα (American Psychiatric Association, 1994), τα οποία εκδηλώνονται «σε βαθμό δυσανάλογο με την ηλικία των παιδιών» (Κάκουρος & Μανιαδάκη, 2006).

Να σημειωθεί πως τα κλινικά χαρακτηριστικά της Διαταραχής της Ελλειμματικής Προσοχής – Υπερκινητικότητα (ΔΕΠ-Υ) αρχίζουν να εντοπίζονται από την βρεφική ηλικία, όμως γίνονται αντιληπτά από τη νηπιακή ηλικία. Τα συμπτώματα που εμφανίζουν τα βρέφη με ΔΕΠ-Υ είναι κυρίως οι υπερβολικές ευαισθησίες σε ερεθίσματα, τα οποία σχετίζονται με τον θόρυβο, το σκοτάδι ή τη θερμοκρασία ή από την άλλη μεριά η ασυνήθιστη χαλαρότητά τους, η οποία εκδηλώνεται με πολλές ώρες ύπνου. Αυτό που είναι αρκετά χαρακτηριστικό στα βρέφη είναι ότι τις περισσότερες φορές παρουσιάζουν αυξημένη κινητική δραστηριότητα στην κούνια τους.

Κατά τη σχολική ηλικία, οι μαθητές με τη συγκεκριμένη διαταραχή ενδέχεται να παρουσιάσουν ιδιαίτερη όρεξη για μία δραστηριότητα, όμως γρήγορα θα την εγκαταλείψουν ή θα εργαστούν με απροσεξία και παρορμητικότητα. Επίσης, μπορεί να είναι ανήσυχοι και να κινούνται νευρικά και διαρκώς στα καθίσματά τους (Κουμπιάς, 2010). Ακόμη, στο πλαίσιο της οικογένειας τα παιδιά με ΔΕΠ-Υ συνηθίζουν να είναι πολύ ζωηρά, αντιδραστικά, ανυπόμονα, ευέξαπτα και να προκαλούν εντάσεις. Η διάθεσή τους κυμαίνεται από απότομες και απροειδοποίητες αλλαγές, με εναλλαγές χαράς και λύπης, ενώ συχνό είναι το φαινόμενο τραυματισμών και ατυχημάτων (Sadock & Sadock, 2009).

Τα πιο συχνά χαρακτηριστικά των παιδιών με την συγκεκριμένη διαταραχή είναι κυρίως η υπερκινητικότητα, δηλαδή η νευρική κίνηση των άκρων του σώματος,, όπως τα χέρια και τα πόδια, «η γενικευμένη διαταραχή του μυϊκού συντονισμού», η μειωμένη αντίληπτική-κινητική ικανότητα, η αδυναμία ανάκλησης των γνώσεων, η γρήγορη εναλλαγή των συναισθημάτων και τέλος η υψηλή έλλειψη προσοχής, η οποία εκδηλώνεται με απροσεξίες, εμμονές και την αποτυχία ολοκλήρωσης ενός έργου (Sadock & Sadock, 2009). Επιπρόσθετα, τα άτομα αυτά αποφεύγουν την ανάληψη ευθυνών, είναι παρορμητικά και ατίθασα και δείχνουν ανυπακοή σε οδηγίες (Barkley, 2003), ενώ δεν απουσιάζει και η επιθετική και προκλητική συμπεριφορά (Sadock & Sadock, 2009). Έχει διατυπωθεί ότι τα παιδιά με τη διαταραχή αυτή δυσκολεύονται πολύ στο να αναπτύξουν υγιείς σχέσεις με τους συνομηλίκους τους και συχνά προκαλούν προβλήματα στο σχολείο όταν εμπλέκονται σε δραστηριότητες. Αυτό συμβαίνει λόγω της έλλειψης ελέγχου και της παραβίασης των κανόνων (Pelham & Fabiano, 2008).

Σύμφωνα με το DSM-IV, για να διαγνωστεί ένα παιδί με ΔΕΠΥ, θα πρέπει τα συμπτώματα να έχουν εμφανιστεί πριν από την ηλικία των επτά, να έχουν διάρκεια έξι μηνών, να είναι δυσανάλογα με την ηλικία του και να του προκαλούν δυσκολία στη λειτουργικότητά του σε δύο ή και περισσότερους τομείς της καθημερινότητας του, όπως είναι ο κοινωνικός ή ο σχολικός (Pelham & Fabiano, 2008). Ακόμη, για να λάβει ένα παιδί τη διάγνωση αυτής της διαταραχής, πρέπει τα συμπτώματα απροσεξίας ή αυτά της υπερκινητικότητας – παρορμητικότητας να εμφανίζονται για το λιγότερο έξι μήνες και να του προκαλούν δυσκολίες στην προσαρμογή του (Κάκουρος & Μανιαδάκη, 2006).

Η ΔΕΠ-Υ παρουσιάζει συννοσηρότητα, όμως καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής το συγκεκριμένο πρότυπο συννοσηρότητας αλλάζει σημαντικά (Taurines, Schmitt, Renner, Conner, Warnke, & Romanos, 2010). Αναλυτικότερα, η ΔΕΠ-Υ μπορεί να συνυπάρχει συχνά με την διαταραχή αυτιστικού φάσματος, καθώς το 20-50% των παιδιών με ΔΕΠ-Υ διαθέτουν και αυτισμό. Σύμφωνα με το DSM-V, αυτό εξάγει μία διάγνωση που αφορά και το ΔΕΠ-Υ και τον αυτισμό (Franke, και συν., 2018). Πρόσφατα δεδομένα από μία μελέτη που διεξήχθη στη Σουηδία φανερώνει ότι η συννοσηρότητα έχει τις ρίζες της σε οικογενειακούς ή αλλιώς γενετικούς παράγοντες (Chien, et al., 2017). Εκτός, από τις διαταραχές αυτιστικού φάσματος, το 10 έως 20%

των παιδιών παρουσιάζουν τικ. Η σοβαρότητα της τιμής κορυφώνεται μεταξύ 8 με 12 ετών ενώ κατά την εφηβεία αρχίζει και μειώνεται (Franke, et al., 2018). Επίσης, το 20 με 40% όλων των ατόμων με ΔΕΠ-Υ παρουσιάζουν σημαντικές δυσκολίες στην ανάγνωση και στην γραφή (Sciberras, και συν., 2014; Franke, και συν., 2018).

Είναι αρκετά σημαντικό να αναφερθεί ότι η ΔΕΠ-Υ συνοδεύεται συχνά με διαταραχές άγχους και κατάθλιψη. Αυτές οι διαταραχές είναι οι πιο συχνές στους εφήβους και στους ενήλικες. Ένα ζήτημα αυξανόμενου ενδιαφέροντος για την έρευνα και την κλινική είναι η παρουσία αλλαγής ακραίων και ανεξέλεγκτων συναισθημάτων και διάθεσης τόσο στα παιδιά όσο και στους ενήλικες. Αυτά τα χαρακτηριστικά αναφέρονται και στο DSM – V ως λειτουργικά τα οποία υποστηρίζουν την διάγνωση (Franke, και συν., 2018).

Για την αντιμετώπιση της ΔΕΠ-Υ είναι απαραίτητο η δημιουργία ενός εξατομικευμένου εκπαιδευτικού προγράμματος το οποίο να θέτει στόχους για την πολύπλευρη αντιμετώπιση των δυσκολιών τόσο του ίδιου του παιδιού όσο και του περιβάλλοντός του. Η ψυχοθεραπεία, η συμβουλευτική των γονέων, η παιδαγωγική αντιμετώπιση και η φαρμακοθεραπεία μπορούν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση αυτής της διαταραχής.

Αναλυτικότερα, η ψυχοθεραπεία βοηθάει στην αντιμετώπιση των δευτερογενών συμπτωμάτων, όπως είναι η χαμηλή αυτοπεποίθηση του ατόμου και τα αισθήματα αποτυχίας και ανεπάρκειας που νιώθουν συχνά τα υπερκινητικά άτομα και τα οδηγούν σε αντικοινωνικές συμπεριφορές. Επίσης, η συμβουλευτική των γονέων βοηθάει κυρίως τους γονείς και κατά συνέπεια και τα ίδια τα παιδιά, αφού βοηθά τους γονείς να μην αισθάνονται ενοχές για την διαταραχή του παιδιού και την καταλογίζουν σε δικά τους λάθη. Η συμβουλευτική θα έχει ως αποτέλεσμα οι γονείς να θέσουν ρεαλιστικούς στόχους για το παιδί τους. Επιπλέον, η παιδαγωγική αντιμετώπιση δημιουργεί τις συνθήκες και το κατάλληλο περιβάλλον που θα επιτρέψουν στο παιδί να συγκεντρωθεί. Με την ειδική παιδαγωγική αντιμετώπιση γίνεται προσπάθεια να διδαχθούν στο παιδί τρόποι για να ξεπεράσει προβλήματα και αδυναμίες στη γνωστική του ανάπτυξη, όπως αναγνωστικές ασκήσεις και ψυχοκινητική εκπαίδευση ή επανεκπαίδευση. Βέβαια, να σημειωθεί πως πραγματοποιούνται και προγράμματα τροποποίησης της συμπεριφοράς. Τέλος, η φαρμακοθεραπεία είναι η τελευταία λύση για την αντιμετώπιση της διαταραχής και

χρησιμοποιείται μόνο εφόσον έχουν δοκιμαστεί όλοι οι τρόποι και χρειάζεται κατά κάποιον τρόπο να τεθεί υπό έλεγχο η συμπεριφορά του παιδιού.

Εναλλακτικές θεραπείες που έχουν προταθεί για την Διαταραχή της Ελλειμματικής Προσοχής – Υπερκινητικότητα περιλαμβάνουν τη γνωστική αποκατάσταση μέσω της εξάσκησης των γνωστικών λειτουργιών, όπως είναι η μνήμη και η προσοχή, καθώς και η νευροανάδραση για την αποκατάσταση της παθολογικής εγκεφαλικής δραστηριότητας (Μαλεγιαννάκη, 2012). Όσον αφορά την γνωστική αποκατάσταση μέσω της γνωστικής εξάσκησης, αυτή συνήθως περιλαμβάνει την άσκηση σε γνωστικές λειτουργίες όπου παρατηρούνται ελλείμματα, όπως είναι η προσοχή και η εργαζόμενη μνήμη. Οι δραστηριότητες αυτές πραγματοποιούνται σε περιβάλλον υπολογιστή με έργα διατήρησης και νοητικού χειρισμού λεκτικών και οπτικο-χωρικών πληροφοριών (Cogmed, 2006).

Τα παιδιά με ΔΕΠ-Υ χρειάζονται δραστηριότητες για της εξάσκηση της παρατηρητικότητάς τους, όπως για παράδειγμα την αναζήτηση των ζευγαριών, δραστηριότητες για τον περιορισμό της παρορμητικότητας, δηλαδή ασκήσεις έτσι ώστε να συγκρατούνται και να περιμένουν. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό οι δραστηριότητες να χαρακτηρίζονται από ευχρηστία και να προσαρμόζονται στις ανάγκες του παιδιού. Φυσικά, είναι καλό να υπάρχει παρακίνηση, επιβράβευση, άμεση ανατροφοδότηση είτε θετική είτε αρνητική, κατάλληλη μουσική υπόκρουση, οπτικά παρά ακουστικά ερεθίσματα αποφυγή βίας και άλλων στοιχείων που προκαλούν υπερδιέγερση. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πώς είναι σημαντικό να υπάρχει μέτρηση του χρόνου, αλλά χωρίς πίεση και με μικρές και αργές κινήσεις για να μην αναστατώνουν τον μαθητή με την διαταραχή.

4.3.1 ΤΠΕ στις Διαταραχές Ελλειμματικής Προσοχής – Υπερκινητικότητα (ΔΕΠΥ)

Όσον αφορά τις Τεχνολογίες Πληροφορικών και Επικοινωνιών στη Διάσπαση της Ελλειμματικής Προσοχής-Υπερκινητικότητα, πραγματοποιήθηκαν έρευνες οι οποίες φανέρωσαν ότι βοηθάνε τους μαθητές σε σημαντικό βαθμό διότι επικεντρώνεται η προσοχή τους διότι το γνωστικό αντικείμενο τους προκαλεί ενδιαφέρον χρησιμοποιώντας την τεχνολογία και ταυτόχρονα συνεργάζονται με τους συμμαθητές τους και αποκτούν τις κοινωνικές δεξιότητες.

Πιο συγκεκριμένα, η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να βοηθήσει τα παιδιά με ΔΕΠ-Υ στη διατήρηση της προσοχής και της συγκέντρωσης. Σε μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιήθηκε το κοινωνικό ρομπότ Nao σε μαθητές νηπιαγωγείου. Οι μαθητές είχαν τον πλήρη έλεγχο του ρομπότ, δηλαδή την καθημερινή του εργασία, τη διακοπή και την εκτέλεση των συμπεριφορών και άλλα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα παιδιά με ΔΕΠ-Υ επωφελήθηκαν στην επικοινωνιακή εκμάθηση και την επιλεκτική προσοχή (Fridin & Yaakobi, 2011). Επιπλέον, σε μία άλλη έρευνα (Gomilko, Zimina, & Shandarov, 2016), που στόχο είχε την εκπαίδευση της προσοχής στους μαθητές με ΔΕΠ-Υ, έγινε φανερό ότι μέσω του παιχνιδιού οι μαθητές κατάφεραν να διατηρήσουν την προσοχή τους στη δραστηριότητα. Επομένως έγινε για ακόμα μία φορά ότι η ρομποτική συνέβαλε στη διατήρηση της προσοχής και της συγκέντρωσης των μαθητών με ΔΕΠ-Υ.

Επιπρόσθετα, στην έρευνα των (Tleubayev, Zhexenova, Zhakenova, & Sandygulova, 2019) χρησιμοποιήθηκε ρομπότ σε παιδιά πέντε με οκτώ ετών που είχαν αυτισμό και ΔΕΠ-Υ. Το ρομπότ στην έρευνα αυτή φάνηκε αποτελεσματικό στη βελτίωση των κοινωνικών δεξιοτήτων καθώς και στη συγκέντρωση. Δηλαδή, από το παιχνίδι και από το ρομπότ προσφέρονταν κατάλληλες συμπεριφορές με σκοπό την κάλυψη των αναγκών τους. Τα αποτελέσματα ήταν θετικά οπότε έχει προκύψει η ανάγκη για μελλοντική μελέτη. Συνακόλουθα, σε άλλη μελέτη χρησιμοποιώντας το ρομπότ με ανθρωποειδή μορφή σε συνδυασμό με τη χρήση του τάμπλετ και κάποιων ασκήσεων με τη μορφή παιχνιδιών έγινε έκδηλο ότι τα παιδιά παρουσίασαν μεγαλύτερη συμμετοχή όπου σύμφωνα με τους ψυχολόγους εξηγήθηκε ότι το ρομπότ είναι συναισθηματικά λιγότερο πλούσιο από τους ανθρώπους, οπότε και τα παιδιά νιώθουν λιγότερο φοβισμένα.

Σχετικά με τα εκπαιδευτικά ρομποτικά πακέτα της Lego, πραγματοποιήθηκε μία μελέτη, η οποία βασίστηκε στην νευροανατροφοδότηση για παιδιά με ΔΕΠ-Υ. Ο στόχος της μελέτης ήταν να μετατραπεί μια παραδοσιακή νευροανάδραση σε έναν διαγωνισμό με τη χρήση του ρομπότ Lego. Χρησιμοποιώντας μια νευροανατροφοδότηση το άτομο είχε μια σαφή οπτικοποίηση και αντίληψη σε πραγματικό χρόνο. Στόχος της όλης διαδικασίας ήταν να εστιαστεί η προσοχή και η συγκέντρωση του ατόμου. Στο παιχνίδι της μελέτης, αν η προσοχή του μαθητή εστιαζόταν για αρκετό χρονικό διάστημα, το ρομπότ αύξανε την ταχύτητά του και έτσι θα μπορούσε να κερδίσει τον αγώνα ενάντια στα άλλα ρομπότ των συμπαίκτων του (Vita & Mennitto, 2019).

Σε αυτό το σημείο, αξίζει να αναφερθεί ότι με τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με το λεγόμενο STEM, δηλαδή αποκτούν δεξιότητες στους τομείς της φυσικής, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών, ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσουν και την υπολογιστική τους σκέψη. Να σημειωθεί βέβαια πως οι έρευνες, που απευθύνονται στη Διάσπαση της Ελλειμματικής Προσοχής-Υπερκινητικότητα, είναι αρκετά περιορισμένες.

Υπάρχουν αυξανόμενες ενδείξεις ότι τα παιχνίδια μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην προώθηση της μάθησης STEM τόσο για παιδιά όσο και για νεαρούς ενήλικες. Η υπολογιστική σκέψη (CT) είναι σημαντική στην ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα και μπορεί επίσης να υποστηρίξει την ένταξη μαθητών με γνωστικές διαφορές. Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει μια πιθανή σχέση μεταξύ των γνωστικών διαφορών και της υπολογιστικής σκέψης, με μαθητές με αυτισμό να ξεχωρίζουν στο μοτίβο της αναγνώρισης και μαθητές με ΔΕΠ-Υ να επιδεικνύουν ανώτερη απόδοση σχετικά με τη δημιουργικότητα ιδεών από τους μαθητές χωρίς ΔΕΠ-Υ. Ως εκ τούτου, αξιολογώντας την υπολογιστική σκέψη μέσω του παιχνιδιού δεν είναι μόνο πολύτιμο από μόνο του, αλλά μπορεί επίσης να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς στη διεύρυνση και εμβάθυνση των εμπειριών STEM για διαφορετικούς μαθητές (Almeda, και συν., 2019).

Μία ενδιαφέρουσα έρευνα (Stefanidi, Korozi, Leonidis, Niess, Rogers, & Schoning, 2021) βασίστηκε στη χρήση του MagiPlay, ένα παιχνίδι το οποίο επιτρέπει στα παιδιά να δημιουργούν κανόνες ενεργοποίησης για έξυπνα αντικείμενα του ευφυούς περιβάλλοντος τους. Χρησιμοποιώντας τα τάμπλετ, μπορούν να κινούνται γύρω από

το περιβάλλον, να συλλέγουν έξυπνα αντικείμενα που επιθυμούν να προγραμματίσουν δείχνοντάς τα την κάμερα της συσκευής. Με τη χρήση του συγκεκριμένου παιχνιδιού μπορούν να υπαγορεύσουν τη συμπεριφορά τους με έναν διασκεδαστικό και ελκυστικό τρόπο δημιουργώντας κατάλληλους κανόνες. Επίσης, να σημειωθεί πως το συγκεκριμένο παιχνίδι απευθύνεται σε μαθητές με αυτισμό και με ΔΕΠ-Υ, διότι αυτές οι δύο διαταραχές παρουσιάζουν συννοσηρότητα μεταξύ τους. Όσον αφορά τα παιδιά με ΔΕΠ-Υ τα οποία παρουσιάζουν απροσεξία, υπερδραστηριότητα και παρορμητικότητα, η δυνατότητα δημιουργίας κανόνων θα τους βοηθήσουν να αποφύγουν τις ανεπιθύμητες συμπεριφορές, να ελαχιστοποιήσουν τους περισπασμούς και να επαναφέρουν την προσοχή τους από μόνοι τους. Όσον αφορά τα παιδιά με αυτισμό τα οποία είναι ευαίσθητα σε ήχους και φωτισμούς, έχουν την δυνατότητα να δημιουργήσουν κανόνες για να αποφευχθούν αυτές οι ενοχλήσεις. Ένα σύστημα, όπως το MagiPlay έχει τη δυνατότητα να βοηθήσει τα παιδιά να δημιουργήσουν κανόνες που θα αντιμετωπίζουν τέτοια ζητήματα, καθώς θα τους βοηθήσουν να αντιμετωπίσουν την αβεβαιότητα και να συμβάλουν στη μείωση ορισμένων από τα συμπτώματά τους. Ταυτόχρονα, με τη χρήση αυτής της εφαρμογής γίνεται φανερό ότι ενισχύονται οι υπολογιστικές δεξιότητες σκέψης (διατηρώντας παράλληλα την αυξημένη αφοσίωση λόγω του παιχνιδιού), καθώς και η καλλιέργεια της δημιουργικότητας και η προώθηση της κοινωνικοποίησης προβάλλοντας τους δημιουργημένους κανόνες σε άλλους.

Συνεπώς, σύμφωνα με τους επιστήμονες, τονίζεται ότι η ανάγκη προετοιμασίας των μαθητών με δεξιότητες του 21ου αιώνα μέσω της διδασκαλίας που σχετίζεται με το STEM, είναι έντονη, ειδικά στο στοιχειώδες επίπεδο. Τα εργαστήρια που πραγματοποιούνται χρησιμοποιώντας τα ρομποτικά κιτ, κατασκευάζοντας και προγραμματίζοντας ρομπότ είναι μια σύγχρονη μορφή διεπιστημονικής εκπαίδευσης παιδιών και νέων (Smyrnova-Trybulska, Morze, Kommers, Zuziak, & Gladun, 2017).

4.4 Αυτισμός

Είναι αρκετά διαδεδομένο ότι οι «Διαταραχές Αυτιστικού Φάσματος», που χάριν συντομίας χρησιμοποιείται ο όρος «αυτισμός», τα τελευταία χρόνια είναι αρκετά διαδεδομένες και γι' αυτόν τον λόγο προσελκύει το ενδιαφέρον τόσο των ερευνητών όσο και των εκπαιδευτικών. Δηλαδή, παρατηρείται μια προσπάθεια να διαδοθεί και να γίνει γνωστός στους ανθρώπους έτσι ώστε τα υποστηρίζονται με τον καλύτερο τρόπο τα αυτιστικά παιδιά όχι μόνο εκπαιδευτικά αλλά και κοινωνικά (Παπάζογλου & Καραγιαννίδης, 2019).

Ο όρος «αυτισμός» προέρχεται ετυμολογικά από την ελληνική λέξη εαυτός και υποδηλώνει την ψυχική κατάσταση, η οποία χαρακτηρίζεται από αυτοπεριορισμό του ατόμου, δηλαδή τον εγκλεισμό του ατόμου στον δικό του κόσμο των ιδεών, και από την εκούσια διακοπή της επαφής με το περιβάλλον (Μείζον Ελληνικό Λεξικό, 1997).

Ο όρος του αυτισμού περιγράφηκε από τον Αμερικάνο ψυχίατρο Leo Kanner το 1943 ως μια νευρο-αναπτυξιακό σύνδρομο που κάνει την εμφάνισή του τα πρώτα δύο ή τρία χρόνια της ανάπτυξης του παιδιού. Το 1976 η Lorna Wing αναφέρθηκε στην «Τριάδα των Διαταραχών», δηλαδή τρεις τομείς που τα αυτιστικά άτομα αντιμετωπίζουν δυσκολίες. Οι τομείς αυτοί παρουσιάζουν δυσκολίες στην κοινωνικοποίηση, στην επικοινωνία και στην φαντασία. Αυτή η «αυτιστική τριάδα», όπως αλλιώς ονομάστηκε, έγινε αποδεκτή από πολλούς επιστήμονες και έτσι το ενδιαφέρον τους για τον αυτισμό άρχισε να εντείνεται. Αυτές οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά με αυτισμό έχουν διαβαθμίσεις όσον αφορά τη σοβαρότητα και τη συχνότητα και διαφέρουν από άτομο σε άτομο. Έτσι αποδείχτηκε ότι αποτελεί ένα περίπλοκο φάσμα διάχυτων αναπτυξιακών διαταραχών που περιλαμβάνει τον τυπικό αυτισμό, το σύνδρομο Asperger, που είναι αυτισμός χωρίς να υπάρχει καθυστέρηση στο λόγο ή νοητική ανεπάρκεια, το σύνδρομο Heller και το σύνδρομο Rett (Καλύβα, 2005).

Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναλυθούν οι τομείς στους οποίους τα παιδιά με αυτισμό παρουσιάζουν δυσκολίες. Σχετικά με την κοινωνική αλληλεπίδραση και ευρύτερα την κοινωνικοσυναισθηματική ανάπτυξη, πρόκειται για έναν τομέα που αναγνωρίζεται ως ο πιο σημαντικός και αντιπροσωπευτικός της συμπεριφοράς τους. Αυτή η δυσκολία είχε περιγραφεί με σαφήνεια από τον Leo Kanner (1943) με σκοπό να προσδιορίσει τον αρχικό ορισμό του αυτισμού και συνεχίζει να παραμένει ως η κυριότερη

δυσκολία που αντιμετωπίζουν αυτά τα άτομα (Μαυροπούλου, 2011). Πιο συγκεκριμένα, τα αυτιστικά παιδιά από μικρή ηλικία παρουσιάζουν έλλειψη της κοινωνικής και συναισθηματικής αμοιβαιότητας, η οποία γίνεται έκδηλη με απουσία της βλεμματικής επαφής και ενδιαφέροντος με τους άλλους, αδυναμία κατανόησης των εκφράσεων του προσώπου αλλά και των συναισθημάτων των άλλων ανθρώπων καθώς και φτωχή μίμηση και κατανόηση (Prelock, 2006). Τα άτομα με αυτισμό συνήθως επιλέγουν την μοναχικότητα, η οποία εκδηλώνεται με απουσία κινήτρων ή μειωμένη επιθυμία για κοινωνική επαφή. Φυσικά, δεν εξαιρούνται και τα παιδιά με υψηλής λειτουργικότητας αυτισμό, τα οποία δηλώνουν ότι βιώνουν μοναξιά (Μαυροπούλου, 2011).

Όσον αφορά την επικοινωνία και την ανάπτυξη του λόγου, αυτή είναι ο δεύτερος τομέας στον οποία τα παιδιά παρουσιάζουν έλλειμμα. Οι συγκεκριμένες δυσκολίες μπορεί να εκτείνονται από την έλλειψη της ομιλίας, την ηχολαλία, στην οποία γίνεται η επανάληψη λέξεων και φράσεων, την στερεοτυπική χρήση του προφορικού λόγου έως και την ακατάλληλη και περιορισμένη χρήση της ομιλίας (Παπάζογλου & Καραγιαννίδης, 2019). Σχεδόν τα μισά άτομα στο φάσμα του αυτισμού δεν αναπτύσσουν λόγο ή έχουν πολύ περιορισμένη γλωσσική ανάπτυξη (Garfin & Lord, 1986), ενώ τα περισσότερα παιδιά έχουν δυσκολίες στην κατανόηση της ομιλίας και των χειρονομιών που χρησιμοποιούνται στην επικοινωνία (Prelock, 2006; Μαυροπούλου, 2011). Σχετικά με την ανάπτυξη της ομιλίας, τα παιδιά με αυτισμό ακολουθούν μια πιο αργή πορεία στην κατάκτηση των συντακτικών και των μορφολογικών στοιχείων της γλώσσας, αλλά παρουσιάζουν αδυναμία στην πραγματολογική λειτουργία της γλώσσας. Η πραγματολογική λειτουργία σχετίζεται με τη χρήση της γλώσσας ανάλογα με το κοινωνικό πλαίσιο (Μαυροπούλου, 2011).

Μια διευκρίνιση στο σημείο αυτό είναι απαραίτητη, καθώς η δυσκολία στην κοινωνική επικοινωνία έχει ερμηνευθεί ως το αποτέλεσμα της αδυναμίας της «Θεωρίας του Νου» (Andreou & Skrimpa, 2020). Πρόκειται, δηλαδή, για δυσκολία στην ικανότητα του ατόμου να συνδέει τις νοητικές καταστάσεις του εαυτού του αλλά και των άλλων ανθρώπων (προθέσεις, συναισθήματα, επιθυμίες) με σκοπό να ερμηνεύσει και να προβλέψει συμπεριφορές. Ειδικότερα, ο αυτισμός είναι το αποτέλεσμα της έλλειψης των επιμέρους νοητικών καταστάσεων, οι οποίες αν κατακτηθούν οδηγούν στη Θεωρία του Νου (Baron-Cohen, 2000). Η απόδοση των παιδιών με αυτισμό σε προχωρημένες εργασίες της Θεωρίας του Νου σχετίζεται με

την κοινωνική τους ικανότητα. Ωστόσο, η πρακτική των δεξιοτήτων της Θεωρίας του Νου στην καθημερινή ζωή μειώνεται συχνά. Επομένως, είναι προφανές ότι παρά την ικανότητα ορισμένων παιδιών με αυτισμό να δημιουργούν σκέψεις, πεποιθήσεις και προθέσεις σε εργασίες της Θεωρίας του Νου, δεν είναι σε θέση να εφαρμόσουν αυτές τις δεξιότητες σε κοινωνικές καταστάσεις (Begeer, et al., 2010; Chevallier, Parish-Morris, Tonge, Lori Miller, & Schultz, 2014). Έτσι, οι βλάβες στις ικανότητες της Θεωρίας του Νου οδηγούν σε κοινωνικά, συμπεριφορικά και ελλείμματα επικοινωνίας, καθώς και σε ασυμφωνίες στην κοινωνική αλληλεπίδραση, λόγω της αδυναμίας των ατόμων με αυτισμό να αντιληφθούν ότι η συμπεριφορά καθοδηγείται από ψυχικές καταστάσεις (Shamsi, Hosseini, Tahamtan, & Bayat, 2017). Η κοινωνική δυσλειτουργία μπορεί, συνεπώς, να αποδοθεί στην καθυστερημένη ή ατελή απόκτηση της Θεωρίας του Νου στον αυτισμό (Andreou & Skrimpa, 2020).

Σχετικά με τον τρίτο τομέα που τα αυτιστικά άτομα έχουν δυσκολίες, δηλαδή η φαντασία, αξίζει να σημειωθεί πως πρόκειται για δυσκολία στην ικανότητα επινόησης και εύρεσης λύσεων σε προβλήματα. Επίσης, η δυσκολία στον τομέα της φαντασίας εκδηλώνεται με στερεοτυπικές και επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές, όπως για παράδειγμα το χτύπημα των χεριών και η περιστροφή των αντικειμένων, καθώς και με προσκόλληση σε αντικείμενα και με αναστάτωση σε μικρές αλλαγές του περιβάλλοντος και των δραστηριοτήτων (Wing L. , 1996a; Wing L. , 1996b). Η συχνότητα των στερεοτυπικών συμπεριφορών και η επαναλαμβανόμενες δραστηριότητες παρουσιάζουν μεγάλη ανομοιογένεια από παιδί σε παιδί και επίσης συνδέονται και με το γνωστικό επίπεδο του κάθε παιδιού (Μαυροπούλου, 2011). Συχνά, λόγω της αδυναμίας τους να εκφράσουν την ενόχλησή τους και συνεπώς οδηγούνται σε συναισθηματική υπερφόρτωση, υπάρχει περίπτωση να εκδηλώσουν επιθετικές, αυτοτραυματικές και γενικά ανεπιθύμητες συμπεριφορές.

Είναι αξιοσημείωτο πως υπάρχουν και κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά και δυσκολίες που σχετίζονται με τον αυτισμό αλλά δεν αποτελούν απαραίτητα στοιχεία για τη διάγνωσή του. Αυτές οι δυσκολίες αφορούν γενικότερες γνωστικές και μαθησιακές, δυσκολίες στην αναγνώριση, την κατανόηση, την έκφραση των συναισθημάτων και τέλος ευαισθησία σε δυνατούς θορύβους. Παράδειγμα γνωστικών και μαθησιακών δυσκολιών αποτελούν τα μαθήματα της γλώσσας και των μαθηματικών, διότι οι μαθητές με αυτισμό δυσκολεύονται σε βασικές γλωσσικές

δεξιότητες όπως ανάγνωση και γραφή αλλά και δυσκολίες στις βασικές μαθηματικές έννοιες και στην επίλυση προβλημάτων (Παπάζογλου & Καραγιαννίδης, 2019).

Την τελευταία δεκαετία καταγράφεται εντυπωσιακή αύξηση της συχνότητας εμφάνισης του αυτισμού, η οποία ερμηνεύεται από τη βελτίωση των διαγνωστικών κριτηρίων, την έγκαιρη και πρόωμη ανίχνευση καθώς και την αποδοχή και την χρήση του όρου «αυτιστικό φάσμα» (Tager-Flusberg, Joseph, & Folstein, 2001; Μαυροπούλου, 2011). Υπολογίζεται ότι εμφανίζεται σε 116,1 ανά 10.000 άτομα του γενικού πληθυσμού (Baird, et al., 2006). Να σημειωθεί ότι οι διαταραχές αυτιστικού φάσματος εκδηλώνονται πιο συχνά στα αγόρια σε σχέση με τα κορίτσια. Βέβαια στον αυτισμό υψηλής λειτουργικότητας τα αγόρια υπερτερούν από τα κορίτσια ενώ στον αυτισμό χαμηλής λειτουργικότητας τα κορίτσια είναι περισσότερα (Μαυροπούλου, 2011). Η διάγνωση του αυτισμού γίνεται συνήθως στην νηπιακή και στην προσχολική ηλικία (Καλύβα, 2005). Όσον αφορά τη λήψη της διάγνωσης για αυτισμό, είναι απαραίτητο το άτομο να εμφανίζει δυσκολίες σε τουλάχιστον έναν από τους βασικούς τομείς στους πρώτους τριάντα μήνες της ζωής του (Ramachandran & Oberman, 2006; Grzadzinski, Huerta, & Lord, 2013).

Έχει υπολογιστεί ότι το 75% των παιδιών με αυτισμό παρουσιάζουν νοητική καθυστέρηση έχοντας ως αποτέλεσμα να μην μπορούν να αναπτύξουν τις γνωστικές τους ικανότητες και να δυσκολεύονται να ξεπεράσουν όλες τις δυσκολίες που αναφέρθηκαν και προηγουμένως. Όσο χαμηλότερος είναι ο δείκτης νοημοσύνης τόσο πιο χαμηλό είναι το επίπεδο λειτουργικότητας (Καλύβα, 2005). Ωστόσο, μια μειονότητα παιδιών με αυτισμό υψηλής λειτουργικότητας ή αλλιώς σύνδρομο Asperger έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό το υψηλότερο γνωστικό και γλωσσικό επίπεδο (Μαυροπούλου, 2011). Έπειτα από μελέτες έχει αναφερθεί ότι τα παιδιά τα οποία δεν παρουσιάζουν διανοητική αναπηρία, δηλαδή ο δείκτης νοημοσύνης τους είναι πάνω από 70, αναπτύσσουν σε ικανοποιητικό βαθμό την φιλία (Bauminger, Solomon, & Rogers, 2010), την μίμηση και την ανταπόκριση καθώς και την εμπλοκή με τους συνομηλίκους τους (Locke, Williams, Shih, & Kasari, 2017). Εκτός από τη νοητική καθυστέρηση, πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι ο αυτισμός μπορεί να συνυπάρχει με άλλες νευρολογικές και ψυχιατρικές διαταραχές, όπως καθυστέρηση στην ανάπτυξη και γνωστικά ελλείμματα, επιληψία ή ηλεκτροεγκεφαλογραφικές ανωμαλίες, διαταραχές του ύπνου, διαταραχή στον αναπτυξιακό συντονισμό, νευροπάθειες, σύνδρομο Tourette, άγχος, διαταραχή συμπεριφοράς, διάσπαση

ελλειμματικής προσοχής – υπερκινητικότητα, διαταραχές διάθεσης, ψύχωση, διαταραχή προσωπικότητας, διαταραχή μετατραυματικού στρες και διαταραχές διατροφής (Mazzone, Postorino, Siracusano, Riccioni, & Curatolo, 2018; Rosen, Mazefsky, Vasa, & Lerner, 2018; Marotta, et al., 2020).

Ο πληθυσμός των ατόμων με αυτισμό είναι ετερογενής και διακρίνεται από διαφορετικού είδους και επιπέδου δυσκολίες από άτομο σε άτομο. Όμως οι επιστήμονες έχουν κοινώς αποδεχτεί ότι παρόλο που διαφέρουν σε πολλά πράγματα, εμφανίζουν συγκεκριμένα κοινά χαρακτηριστικά (Mesibov, Shea, & Schopler, 2005). Είναι αξιοσημείωτο ότι έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για την κατηγοριοποίηση των ατόμων με αυτισμού. Έτσι, σύμφωνα με την βιβλιογραφία (Ramachandran & Oberman, 2006), διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τα άτομα με «Σύνδρομο Άσπεργκερ», η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τα άτομα με τον «Κλασικό Αυτισμό» και η τρίτη τα άτομα με «Διάχυτες Αναπτυξιακές Διαταραχές (ΔΑΔ)». Επίσης, η κατηγοριοποίηση αυτών των ατόμων μπορεί να γίνει πάλι σε τρεις κατηγορίες, αυτισμός χαμηλής λειτουργικότητας, μέτριας λειτουργικότητας και υψηλής λειτουργικότητας. Στην πρώτη κατηγορία τα άτομα αντιμετωπίζουν πολύ σοβαρές δυσκολίες σε όλους τους τομείς που προαναφέρθηκαν. Όσον αφορά τη δεύτερη κατηγορία, τα άτομα αντιμετωπίζουν δυσκολίες αλλά όχι σε τόσο σημαντικό βαθμό, και τέλος τα άτομα που είναι υψηλής λειτουργικότητας οι δυσκολίες που έχουν είναι σε αρκετά μικρό βαθμό σε σχέση με τις άλλες δύο κατηγορίες. Η κατηγοριοποίηση του αυτισμού βοηθάει σημαντικά τους εκπαιδευτικούς διότι μπορούν να προσαρμόσουν κατάλληλα τους στόχους, τις δραστηριότητες και τις απαιτήσεις, ανάλογα πάντα με τις δυσκολίες του κάθε μαθητή. Οι επιστήμονες κάθε φορά επιλέγουν εκείνον τον τρόπο διάκρισης που θεωρούν κατάλληλο σε κάθε περίπτωση (Lord, Elsabbagh, Baird, & Veenstra-Vanderweele, 2018).



Εικόνα 30. Το "φάσμα" του αυτισμού (Νότας, 2005)

Καθίσταται σαφές ότι υπάρχει η ανομοιογένεια του αυτισμού διότι σχετίζεται με ένα μεγάλο φάσμα εκπαιδευτικών και παιδαγωγικών πρακτικών το οποίο περιέχει διδακτικές μεθόδους οι οποίες στηρίζονται σε θεωρίες μάθησης και σε γνωστικο-συμπεριφορικές προσεγγίσεις, με σκοπό την ενεργοποίηση των γνωστικών μηχανισμών. Η ειδική εκπαίδευση για να είναι επιτυχημένη είναι απαραίτητο να συνδέεται με την εφαρμογή των εκπαιδευτικών μεθόδων που ανταποκρίνονται στα γνωστικά χαρακτηριστικά και στις ανάγκες του κάθε μαθητή και στην υλοποίηση σε ένα κατάλληλο μαθησιακό περιβάλλον (Μαυροπούλου, 2011).

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Mostafa, 2008), οι σχολικοί χώροι για τους μαθητές με αυτισμό είναι απαραίτητο να καθορίζονται με βάση τις ιδιαίτερες ανάγκες του κάθε μαθητή, ανάλογα με την ηλικία και το επίπεδο λειτουργικότητάς τους. Δηλαδή, για τον αυτιστικό μαθητή είναι αρκετά βοηθητικό να παραμένει σε χώρους που δεν υπάρχουν πολλά οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα προκειμένου να επιτυγχάνεται η διδασκαλία και στη συνέχεια να πηγαίνει σε χώρους με περισσότερα ερεθίσματα, οπτικά και ακουστικά, μόνο όταν πρόκειται να συμμετάσχει σε άλλες δραστηριότητες, όπως η μουσική και τα εικαστικά. Η μετάβαση από τον έναν χώρο στον άλλον είναι σημαντικό να γίνεται με οπτικά μέσα έτσι ώστε να γνωρίζει ο μαθητής σε ποιο χώρο θα μετακινηθεί και για ποιον λόγο. Ειδικότερα, για τα άτομα με σύνδρομο Asperger προτείνονται ως κατάλληλες στρατηγικές η αποφυγή των ξαφνικών θορύβων και των έντονων φωτισμών, καθώς και η χρήση μουσικής υπόκρουσης. Από την άλλη πλευρά συνίσταται η προειδοποίηση με οπτικά μέσα για διάφορους ήχους και η δημιουργία ενός χώρου για ασφάλεια από θορύβους μέσα στην τάξη ή στο σχολείο (Attwood, 2007). Συνεπώς, τα άτομα με αυτισμό χρειάζονται συστηματική και προσεκτικά οργανωμένη καθοδήγηση από τους ειδικούς παιδαγωγούς για να μπορούν να συμμετέχουν και να ωφεληθούν από μία δραστηριότητα (Μαυροπούλου, 2011).

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας γίνονται φανερές ορισμένες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις για τα άτομα με αυτισμό. Αυτές οι προσεγγίσεις είναι οι συμπεριφοριστικές, οι τεχνολογικές, η εφαρμοσμένη ανάλυση της συμπεριφοράς και σε εξαιρετικά σπάνιες περιπτώσεις είναι η φαρμακοθεραπεία. Αρχικά, θα γίνει ανάλυση των συμπεριφοριστικών προσεγγίσεων. Πρόκειται για προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση των αυτιστικών μαθητών με σκοπό τη μείωση των δυσκολιών τους και τη διευκόλυνση της καθημερινότητάς τους, ενώ παράλληλα ενισχύονται δεξιότητες και κατακτούνται γνώσεις σε διάφορα πεδία. Το κυρίαρχο

χαρακτηριστικό των συμπεριφοριστικών προσεγγίσεων είναι η θετική ενίσχυση ή αλλιώς επιβράβευση της επιθυμητής συμπεριφοράς. Αυτή η θετική ενίσχυση μπορεί να είναι λεκτική ή μη λεκτική. Η συγκεκριμένη προσέγγιση είναι αρκετά διαδεδομένη και έχει αποδειχτεί αρκετά αποτελεσματική ακόμα και στα παιδιά με αυτισμό χαμηλής λειτουργικότητας που αντιμετωπίζουν σοβαρές δυσκολίες (Dempsey & Foreman, 2001).

Όσον αφορά τις τεχνολογικές προσεγγίσεις, για την επίτευξη αυτών των προσεγγίσεων απαιτούνται ηλεκτρονικοί υπολογιστές και άλλα σύγχρονα μέσα, τα οποία έχουν θετικά αποτελέσματα στην εκπαίδευση αυτιστικών μαθητών. Οι τεχνολογικές προσεγγίσεις αξιοποιούν τα τεχνολογικά μέσα και ακολουθούν μια συγκεκριμένη εκπαιδευτική πορεία έχοντας ως στόχο την ανάπτυξη και την προώθηση χρήσιμων δεξιοτήτων των μαθητών καθώς επίσης και για την εκμάθηση κοινωνικών και ακαδημαϊκών δεξιοτήτων, διότι με αυτόν τον τρόπο αυξάνει την κινητοποίηση και περιορίζει τα προβλήματα συμπεριφοράς (Μαυροπούλου, 2011). Έπειτα από έρευνες που πραγματοποιήθηκαν, φανερώθηκε ότι οι πολυμεσικές εφαρμογές και τα περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας ωφελούν σε σημαντικό βαθμό την ανάγνωση, τη φωνολογική ενημερότητα, το λειτουργικό λεξιλόγιο, την ορθογραφία, την επικοινωνία, τη θεωρία του νου, την επίλυση κοινωνικών προβλημάτων, την αναγνώριση συναισθημάτων και τέλος την κοινωνική κατανόηση (Golan & Baron-Cohen, 2006; Mitchell, Parsons, & Leonard, 2007; Beaumont & Sofronoff, 2008; Tanaka, et al., 2010).

Σε αυτό το σημείο αξίζει να γίνει αναφορά σε μία εξίσου πολύ γνωστή και διαδεδομένη προσέγγιση, την Εφαρμοσμένη Ανάλυση της Συμπεριφοράς (Applied Behavioral Analysis-ABA) (Granpeesheh, Dixon, Tarbox, Kaplan, & Wilke, 2009). Η συγκεκριμένη προσέγγιση υιοθετεί βασικά στοιχεία της συμπεριφοριστικής προσέγγισης, τα οποία είναι η παρώθηση και η θετική ενίσχυση της επιθυμητής συμπεριφοράς, ενώ ταυτόχρονα ακολουθεί και ορισμένα βήματα. Πιο συγκεκριμένα, στην αρχή τίθεται ο εκπαιδευτικός στόχος και στην συνέχεια γίνεται ανάλυση του στόχου σε πιο απλούς και κατανοητούς στόχους. Κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας γίνεται καταγραφή και ανάλυση των δεδομένων με σκοπό να καταγράφεται με πιο προσεκτικό τρόπο η πρόοδος του κάθε μαθητή. Ταυτόχρονα, σε όλη την εκπαιδευτική διαδικασία δεν χρησιμοποιούνται αρνητικά σχόλια, αλλά όταν πρόκειται για μια ανεπιθύμητη συμπεριφορά προτιμάται η αγνόηση. Επίσης, πολύ

σημαντική είναι η παρώθηση από τον εκπαιδευτικό, δηλαδή η προσπάθεια καθοδήγησης και παροχής βοήθειας όπου κρίνεται απαραίτητο. Τέλος, για να είναι επιτυχής η όλη διαδικασία κρίνεται σκόπιμο να η συγκεκριμένη προσέγγιση να γίνεται συστηματικά (Κολιάδης, 2010).

Συμπληρωματικά είναι χρήσιμο να αναφερθεί ότι η μέθοδος Discrete Trial Training (DIT) χρησιμοποιείται για να επιτευχθούν οι στόχοι στην εκπαίδευση των ατόμων με αναπτυξιακές διαταραχές. Για την εφαρμογή αυτών των μεθόδων ακολουθούνται τέσσερα στάδια. Αναλυτικότερα, παρουσιάζεται το υλικό από τον εκπαιδευτικό και ο μαθητής εξοικειώνεται με αυτό και παρατηρούνται και καταγράφονται οι αντιδράσεις των μαθητών κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης με το υλικό. Στη συνέχεια, καταγράφονται τα αποτελέσματα και οι αντιδράσεις και τέλος πραγματοποιείται ο αναστοχασμός και εξάγονται τα συμπεράσματα σχετικά με το αν η εκπαιδευτική παρέμβαση είναι αποτελεσματική (Lerman, Valentino, & LeBlanc, 2016).

Ως τελική προσέγγιση αναφέρθηκε η φαρμακοθεραπεία, η οποία χρησιμοποιείται για τη μείωση και την αντιμετώπιση συγκεκριμένων δυσκολιών που συνοδεύουν τον αυτισμό. Τα φάρμακα δεν χρησιμοποιούνται σε καμιά περίπτωση για να θεραπεύσουν τον αυτισμό, απλώς βελτιώνουν διάφορα συμπτώματα που σχετίζονται με τον αυτισμό. Λαμβάνοντας τα φαρμακευτικά σκευάσματα, τα άτομα επωφελούνται διότι αυξάνουν την ικανότητά τους να συμμετέχουν σε εκπαιδευτικές και συμπεριφορικές παρεμβάσεις. Η χορήγηση της φαρμακοθεραπείας έχει ως στόχο την αντιμετώπιση της κατάθλιψης, των επιληπτικών κρίσεων, των επιθετικών και αυτο-τραυματικών συμπεριφορών, της υπερκινητικότητας, της υπερδιέγερσης και της διάσπασης της προσοχής. Να σημειωθεί ότι η φαρμακοθεραπεία δεν σχετίζεται με την εκπαιδευτική διαδικασία και χορηγείται σε εξαιρετικές περιπτώσεις. Με το πέρασμα των χρόνων η συγκεκριμένη προσέγγιση έχει δεχθεί αρκετή κριτική από τους επιστήμονες (Καλύβα, 2005; Sharma, Gonda, & Tarazi, 2018).

4.4.1 Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών στον Αυτισμό

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί, τα τελευταία χρόνια γίνεται αρκετά μεγάλη προσπάθεια να ενταχθούν στην εκπαιδευτική διαδικασία τα καινοτόμα εκπαιδευτικά εργαλεία, όπως για παράδειγμα οι φορητές συσκευές και τα εκπαιδευτικά ρομπότ, στοχεύοντας με αυτόν τον τρόπο στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα αλλά και των δεξιοτήτων της υπολογιστικής σκέψης. Φυσικά, η ένταξη των ΤΠΕ δεν άργησε να φανεί και στην ειδική εκπαίδευση, καθώς όπως υποστηρίζεται ενισχύεται η μαθησιακή διαδικασία και διευκολύνεται η καθημερινότητα των ατόμων με ειδικές ανάγκες (Stasolla, Caffò, Picucci, & Bosco, 2013).

Όσον αφορά την αξιοποίηση των ΤΠΕ για την εκπαίδευση ατόμων με αυτισμό, μέσω των νέων τεχνολογιών προωθούνται οι διδακτικοί στόχοι και καλλιεργούνται δεξιότητες, εδραιώνοντας με αυτόν τον τρόπο τρόπους μάθησης που ανταποκρίνονται στον αυτισμό προκειμένου οι μαθητές να κατακτήσουν τους τομείς που αντιμετωπίζουν δυσκολίες. Επίσης, οι μαθητές με αυτισμό ελκύονται από τις ΤΠΕ και έτσι παραμένουν για αρκετό χρονικό διάστημα προσηλωμένοι και συγκεντρωμένοι στην εκπαιδευτική διαδικασία (Goldsmith & LeBlanc, 2004; Aresti-Bartolome & Garcia-Zapirain, 2014).

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) δεν περιλαμβάνει μόνο τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές αλλά και διάφορα άλλα μέσα, όπως οι φορητές συσκευές, η εικονική ή επαυξημένη πραγματικότητα και οι ρομποτικές συσκευές (Bölte, Golan, Goodwin, & Zwaigenbaum, 2010). Η αξιοποίηση των ΤΠΕ στη διδασκαλία ατόμων με αυτισμό έχει θετικά αποτελέσματα. Αναλυτικότερα, ενισχύεται η πρωτοβουλία και η αυτονομία του ατόμου και έτσι μειώνεται η εξάρτηση από τους εκπαιδευτικούς, οποίοι πια έχουν ρόλο καθοδηγητικό και συντονιστικό (McKnight, Kimberly, Ruzic, Horsley, Franey, & Bassett, 2016). Επίσης, ενισχύεται η εμπλοκή και η συμμετοχή στη μαθησιακή διαδικασία, γεγονός που οφείλεται στις κινούμενες εικόνες, τους ήχους, το δομημένο περιβάλλον μάθησης και η επιλογή των δραστηριοτήτων που προβάλλονται από τα μέσα (Goldsmith & LeBlanc, 2004).

Σχετικά με την εκπαιδευτική ρομποτική, όπως ήδη προαναφέρθηκε αναλυτικά στο πρώτο κεφάλαιο, αυτή προωθεί ποικίλες δεξιότητες όπως είναι η κριτική σκέψη, η επίλυση προβλημάτων, η συνεργασία, η λεπτή κινητικότητα και ο προσανατολισμός

στον χώρο (Alimisis, 2013; Pennisi, και συν., 2016; Rudovic, Lee, Dai, Schuller, & Picard, 2018). Όσον αφορά για την ειδική αγωγή, οι μελέτες είναι περιορισμένες. Οι περισσότερες έρευνες για μαθητές με αυτισμό περιλαμβάνουν τα κοινωνικά ρομπότ. Τα κοινωνικά ρομπότ όπως για παράδειγμα τα ρομπότ Kaspar και Nao, προσφέρουν μια προβλέψιμη μορφή επικοινωνίας στοχεύοντας την ενθάρρυνση των μαθητών με αυτισμό για να επικοινωνήσουν και για να αλληλεπιδράσουν κοινωνικά. Δηλαδή, τα κοινωνικά ρομπότ έχουν την μορφή των κοινωνικών διαμεσολαβητών και προσαρμόζονται στις ανάγκες του κάθε μαθητή. Επίσης, η συμπεριφορά του κάθε ρομπότ τροποποιείται ανάλογα με τον εκπαιδευτικό στόχο που τίθεται κάθε φορά (Pachidis, Vrochidou, Kaburlasos, Kostova, Bonković, & Papić, 2018). Φυσικά, για την ενίσχυση των κοινωνικών δεξιοτήτων των ατόμων με αυτισμό δεν συμβάλλουν μόνο τα κοινωνικά ρομπότ. Η τεχνολογία έχει βοηθήσει αρκετά και με τη χρήση της υπολογιστικής σκέψης έχουν δημιουργηθεί εφαρμογές που συνδυάζονται με παιχνίδι και ενισχύουν θετικά τα ελλείμματα των μαθητών (Lee I.-J. , 2020).

Σύμφωνα με τις έρευνες, τα ρομπότ μπορούν να συμβάλλουν αποτελεσματικά στην αναγνώριση και στην έκφραση των συναισθημάτων των παιδιών με αυτισμό και ταυτόχρονα τους δίνει την δυνατότητα να εξασκηθούν σε κινήσεις αυτοεξυπηρέτησης και να αναπτύξουν κοινωνικές συμπεριφορές, όπως για παράδειγμα η μίμηση, η βλεμματική επαφή, η ακολουθία εντολών και το παιχνίδι (Cabibihan, Javed, Ang Jr, & Aljunied, 2013; Wainer, Dautenhahn, Robins, & Amirabdollahian, 2014; Pennisi, και συν., 2016). Αναλυτικότερα, σε μία έρευνα (Wainer, Dautenhahn, Robins, & Amirabdollahian, 2014) χρησιμοποιήθηκε το ρομπότ Kaspar για τη διδασκαλία ατόμων με αυτισμό στοχεύοντας την ενίσχυση των συνεργατικών τους δεξιοτήτων σε σύγκριση με άλλα ψηφιακά παιχνίδια, διότι οι συγκεκριμένοι μαθητές αντιμετώπιζαν σοβαρές δυσκολίες στον κοινωνικό τομέα. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας έδειξαν ότι οι μαθητές που συμμετείχαν στη διαδικασία έδειξαν ενδιαφέρον και συνεργάστηκαν καλύτερα.

Σε μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το κοινωνικό ρομπότ Probo βοήθησε τους μαθητές με αυτισμό να βελτιώσουν την απόδοσή τους στον εντοπισμό των συναισθημάτων που βασίζονται σε μια κατάσταση. Το αποτέλεσμα της έρευνας φανέρωσε πως η απόδοση των παιδιών σε μέτριο έως μεγάλο βαθμό στην αναγνώριση τόσο της θλίψης όσο και της ευτυχίας (Pop, και συν., 2013). Σε αντίστοιχες μελέτες (Costa, και συν., 2011; Pop, και συν., 2013), οι μαθητές

χρησιμοποιώντας το ρομπότ έδειχναν να απολαμβάνουν και να τους είναι περισσότερο ευχάριστο και ενδιαφέρον το παιχνίδι με τους συμμαθητές τους και τους εκπαιδευτικούς. Επίσης, φανερώθηκε ότι εξαιτίας του ρομπότ οι αυτιστικοί μαθητές είχαν έναν πιο ενεργό ρόλο και ταυτόχρονα υπέδειξαν τις κοινωνικές τους συμπεριφορές, αφού επικοινωνήσαν με τους συμμαθητές τους και συνεργάστηκαν.

Για τη διδασκαλία των δεξιοτήτων στα άτομα με αυτισμό, εκτός από τα κοινωνικά ρομπότ χρησιμοποιούνται και τα εκπαιδευτικά ρομποτικά κιτ της Lego. Προτού γίνει αναφορά σε έρευνες από την βιβλιογραφία είναι απαραίτητο να αναφερθούν ορισμένα ιστορικά στοιχεία. Ειδικότερα, το 1997 πρώτος ο Attwood χρησιμοποίησε τα τουβλάκια της Lego ως υλικό για την εκπαίδευση των μαθητών με σύνδρομο Asperger ή αλλιώς με αυτισμό υψηλής λειτουργικότητας. Την συγκεκριμένη παρέμβαση ο Attwood την ονόμασε «κατασκευαστική εφαρμογή». Την παρέμβαση αυτή την συνέχισε το 2004 ο νευροψυχολόγος LeGoff, όπου σύμφωνα με τις παρατηρήσεις του διαπίστωσε ότι τα παιδιά με αυτισμό έδειχναν ενδιαφέρον και προθυμία να συνεργαστούν και να παίξουν με τους συμμαθητές τους μόνο όταν το παιχνίδι περιλάμβανε τα τουβλάκια. Έτσι, λοιπόν, ξεκίνησαν οι ομάδες συνεργατικού παιχνιδιού στις οποίες συμμετείχαν παιδιά και έφηβοι με αυτισμό και αργότερα προτάθηκε η μέθοδος Lego Therapy. Σήμερα η Lego Therapy στοχεύει στη βελτίωση των κοινωνικών δεξιοτήτων, των δεξιοτήτων της επικοινωνίας και της συνεργατικότητας καθώς επίσης και την απόκτηση των δεξιοτήτων ακολουθίας σε κανόνες και οδηγίες (Owens, Granader, Humphrey, & Baron-Cohen, 2008; Levy & Dunsmuir, 2020).

Τα κατασκευαστικά πακέτα εκπαιδευτικής ρομποτικής που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση με θετικές επιπτώσεις στους μαθητές τυπικής ανάπτυξης, παρουσιάζουν θεαματικά αποτελέσματα και στα παιδιά με αυτισμό. Αρχικά, τα ρομπότ αναπαριστούν συνήθως πραγματικά αντικείμενα επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο τα άτομα να έρθουν σε επαφή άμεσα με τα ρομπότ και έμμεσα με τα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου. Επιπλέον, τα ρομποτικά αντικείμενα τα οποία κινούνται, επιτρέπουν στους μαθητές να πειραματιστούν καθώς και τους δίνει την δυνατότητα να έχουν ελευθερία κινήσεων, ενώ ταυτόχρονα εξοικειώνονται με τις έννοιες της κίνησης και της μηχανικής. Φυσικά δίνουν την δυνατότητα να επικοινωνήσουν και να αλληλεπιδράσουν κοινωνικά με τον περίγυρό τους (Hu, Zheng, & Lee, 2018).

Από την μελέτη της βιβλιογραφίας, τα κατασκευαστικά ρομποτικά πακέτα σχετίζονται με τους στόχους που αφορούν την προώθηση του STEM, δηλαδή τις δεξιότητες στους τομείς της Επιστήμης, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών με αποτέλεσμα η μάθηση να προσεγγίζεται διαθεματικά. Αναλυτικότερα, πραγματοποιήθηκε μία έρευνα σε μαθητές τρίτης και τετάρτης τάξης δημοτικού σχολείου στην οποία συμμετείχαν μαθητές με αυτισμό, με μαθησιακές και συναισθηματικές δυσκολίες και με δυσκολίες συμπεριφοράς. Για την πραγματοποίηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκε το ρομπότ Lego Wedo και οι στόχοι ήταν να εξοικειωθούν οι μαθητές με τους απλούς ρομποτικούς μηχανισμούς και έννοιες. Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν φανέρωσαν ότι με τη χρήση του ρομποτικού πακέτου βοήθησαν του μαθητές με αναπηρίες να έχουν τα ίδια αποτελέσματα με τους μαθητές τυπικής ανάπτυξης (Howland, Jonassen, & Marra, 2013). Επιπρόσθετα, μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Κίνα και συμμετείχαν μαθητές με αυτισμό χρησιμοποιώντας τα Lego, αποδείχτηκε ότι οι μαθητές αύξησαν τις κοινωνικές τους μιμήσεις και απαντήσεις μετά από την ολοκλήρωση της παρέμβασης. Επομένως, έγινε φανερό ότι η κοινωνική εγκυρότητα αποκτήθηκε πλήρως (Hu, Zheng, & Lee, 2018).

Χρησιμοποιώντας τα Lego Mindstorms NXT, πραγματοποιήθηκαν ορισμένες μελέτες στις οποίες επίσης συμμετείχαν μαθητές με αυτισμό αλλά μεγαλύτερης ηλικίας από τις προηγούμενες έρευνες που αναφέρθηκαν. Ειδικότερα, στην έρευνα των (Costa, και συν., 2011) κατασκευάστηκαν δύο ειδών ρομπότ, ένα μη ανθρωποειδές και ένα ανθρωποειδές. Οι στόχοι της έρευνας αφορούσαν κατά πόσο το ανθρωποειδές ρομπότ μπορεί να επηρεάσει τη μαθησιακή διαδικασία. Από τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από αυτή την έρευνα έγινε φανερό ότι η αξιοποίηση του ρομπότ επέδρασε θετικά για την ενίσχυση της λεκτικής και της μη λεκτικής επικοινωνίας, καθώς επηρέασε και την κινητοποίηση, την προσοχή και την συμμετοχή των αυτιστικών μαθητών. Επίσης, αποδείχθηκε ότι η μορφή του ρομπότ δεν έπαιξε σημαντικό ρόλο.

Επιπρόσθετα, τα Lego Mindstorms NXT χρησιμοποιήθηκαν και σε μία άλλη μελέτη στην οποία στόχος ήταν η περιγραφή και η μέτρηση της συμπεριφοράς των παιδιών κατά τη διάρκεια των παρεμβάσεων και στη συνέχεια την καταγραφή των κοινωνικών συμπεριφορών των ατόμων με αυτισμό μετά το τέλος των παρεμβάσεων. Τα αποτελέσματα φανέρωσαν την θετική επίδραση που είχε η χρήση του ρομποτικού

πακέτου στην εκπαιδευτική διαδικασία ενώ ταυτόχρονα οι συμμετέχοντες εκδήλωσαν επιθυμητές και θετικές συμπεριφορές (Valenzuela, Barco, & Albo-Canals, 2015).

Τα τελευταία χρόνια συνεχώς προτείνονται δραστηριότητες που στόχος είναι η ανάπτυξη της Υπολογιστική Σκέψης σε παιδιά και εφήβους. Βέβαια, οι έρευνες στις οποίες να εξετάζεται αν έχει κατακτηθεί η υπολογιστική σκέψη σε κάποιες μειονότητες όπως είναι τα άτομα με αυτισμό είναι αρκετά περιορισμένες (Munoz, Barcelos, Villarroel, & Silveira, 2016). Σε μία έρευνα, για την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης χρησιμοποιήθηκε ο ψηφιακός προγραμματισμός των παιχνιδιών. Δηλαδή οι μαθητές κλήθηκαν να δημιουργήσουν δραστηριότητες με παιχνίδια προγραμματισμού. Ιδιαίτερα για τους μαθητές με αυτισμό οι οποίοι δυσκολεύονται στην επικοινωνία, στις διαπροσωπικές σχέσεις και στη γνωστική ευελιξία, η ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης είναι ιδιαίτερα ευεργετική γι' αυτούς. Έγινε, λοιπόν, έκδηλο ότι οι συμμετέχοντες ανεξαρτήτου του αυτισμού απέκτησαν δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης, αλλά ταυτόχρονα ενισχύθηκε η συνεργατικότητα και συνάμα δημιουργήθηκε ένα φιλόξενο περιβάλλον για τους μαθητές με αυτισμό (Munoz, Villarroel, Barcelos, Riquelme, Quezada, & Bustos-Valenzuela, 2018).

Όσον αφορά για εφήβους που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού, πραγματοποιήθηκε μία έρευνα στην οποία δημιουργήθηκαν ψηφιακά παιχνίδια με τη χρήση του scratch. Στόχος ήταν μέσω αυτών των παιχνιδιών να ερευνηθεί αν αναπτύχθηκε η υπολογιστική σκέψη των εφήβων και αν κατέκτησαν ορισμένες κοινωνικές δεξιότητες. Τα αποτελέσματα ήταν θετικά και για να υπάρχει μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση έγινε επαναξιολόγηση σε διάστημα 5 μηνών αργότερα και φανερώθηκε ότι πράγματι η υπολογιστική σκέψη και κάποιες κοινωνικές δεξιότητες έχουν διατηρηθεί με συνεχή τρόπο (Munoz, Schumacher Barcelos, & Villarroel, 2018).

Όσον αφορά τους μαθητές με αυτισμό υψηλής λειτουργικότητας, όταν κλήθηκαν να σχεδιάσουν παιχνίδια προγραμματισμού και χωρίς καμία εμπειρία σε αυτόν, έγινε φανερό ότι ανταποκρίθηκαν θετικά και ανέπτυξαν την υπολογιστική τους σκέψη. Δηλαδή απέκτησαν τις λεγόμενες δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα, όπως είναι η αφαίρεση, η αυτοματοποίηση και η δεξιότητα επίλυσης προβλημάτων (Munoz, Barcelos, Villarroel, & Silveira, 2016).

Φυσικά, όλα όσα αναφέρθηκαν, δηλαδή οι έρευνες με τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής και την ενίσχυση της υπολογιστικής σκέψης πραγματοποιούνται μέσα σε ένα περιβάλλον στο οποίο η γνώση προσεγγίζεται διεπιστημονικά. Χάρη στις δραστηριότητες αυτές που χρησιμοποιούνται, οι μαθητές αποκτούν δεξιότητες στους τομείς της Επιστήμης, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών (STEM). Αξίζει να σημειωθεί ότι τα άτομα με διαταραχή αυτιστικού φάσματος «έλκονται» προς τους τομείς του STEM, οπότε σημειώνουν υψηλές επιδόσεις προς αυτούς τους τομείς (Wei, Yu, Shattuck, McCracken, & Blackorby, 2012). Δηλαδή στις έρευνες με την εκπαιδευτική ρομποτική που αναφέρθηκαν, οι μαθητές κατά τη διαδικασία κατασκευής του ρομπότ αποκτούν δεξιότητες στον τομέα της μηχανικής και της επιστήμης, ενώ στη διαδικασία του προγραμματισμού του ρομπότ έρχεται σε επαφή με την τεχνολογία. Το ίδιο ισχύει και στις έρευνες που αναφέρονται στην απόκτηση της υπολογιστικής σκέψης, καθώς κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων προγραμματισμού αποκτούνται και γνώσεις στους τομείς του STEM.

Τέλος, στην εκπαίδευση ατόμων με αυτισμό έχει χρησιμοποιηθεί και η μοντελοποίηση με βίντεο μια διαδικασία με στόχο τη διδασκαλία κοινωνικών, επικοινωνιακών, λειτουργικών και καθημερινών δεξιοτήτων. Σε μία έρευνα (Wright, Knight, & Barton, 2020), λοιπόν, εξετάστηκε αν η χρήση της μοντελοποίησης με βίντεο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διδαχθούν οι δεξιότητες STEM. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι η μοντελοποίηση με βίντεο ήταν αποτελεσματική για τη διδασκαλία των μαθηματικών στα άτομα με αυτισμό, διότι για τους άλλους τομείς χρειαζόταν περαιτέρω έρευνα.

5. Επίλογος

5.1 Συμπεράσματα

Σε αυτή τη διερευνητική μελέτη έγινε φανερό ότι η εκπαιδευτική ρομποτική καθίσταται ένα δυναμικό εργαλείο μάθησης όταν το διδακτικό μοντέλο στο οποίο ανήκει εστιάζει στη συνεργασία, στα αυθεντικά προβλήματα και στο παιχνίδι. Επίσης, όπως έγινε φανερό από τις έρευνες η εκπαιδευτική ρομποτική με την κατάλληλη καθοδήγηση και τις κατάλληλες τεχνικές υποστήριξης θεωρείται το μέσο για την ανάπτυξη την Υπολογιστικής Σκέψης (Atmatzidou, Demetriadis, & Nika, 2017). Σε αυτό το σημείο δεν πρέπει να παραληφθεί ότι ταυτόχρονα με την ενίσχυση της υπολογιστικής σκέψης, αναπτύσσεται η δεξιότητα της κωδικοποίησης και της μηχανικής. Όλα αυτά θεωρούνται μέρος της εκπαίδευσης STEM (Ξενάκης, Καλοβρέκτης, & Παπαστεργίου, 2019).

Η χρήση δραστηριοτήτων STEM στην εκπαίδευση προωθεί την ανακαλυπτική μάθηση δίνοντας στους μαθητές την ευκαιρία να έρθουν σε επαφή με διαφορετικούς τρόπους μάθησης και επίλυσης προβλημάτων (Zygouris, Striftou, Dadaliaris, Stamoulis, Xenakis, & Vavougiος, 2017). Επίσης, όπως αποδείχτηκε και από τις έρευνες η εκπαίδευση STEM προσφέρει στους μαθητές ένα μαθησιακό περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσονται οι δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα καθώς και η δημιουργία νέων στο μέλλον.

Στην ειδική αγωγή, η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να είναι ένα πολύτιμο εργαλείο (Di Battista, Pivetti, Moro, & Menegatti, 2020). Τα αποτελέσματα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση φανέρωσαν ότι οι εκπαιδευτικοί ειδικής αγωγής θεωρούν ότι η ένταξη δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής και STEM στην εκπαίδευση έχουν σημαντικά οφέλη στην κινητοποίηση, τη συμμετοχή, την κοινωνικότητα, την επικοινωνία και γενικώς στον γνωστικό τομέα στα άτομα με μαθησιακές δυσκολίες, ΔΕΠ-Υ και Αυτισμό. Συγκρίνοντας τα επίπεδα της εκπαίδευσης, ίσως έγινε φανερό, σε μικρό βαθμό βέβαια, ότι τα οφέλη είναι περισσότερα στους μαθητές ειδικής αγωγής της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σε σχέση με τη δευτεροβάθμια. Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι τα σχολικά μαθήματα της δευτεροβάθμιας παρουσιάζουν αυξανόμενο βαθμό πολυπλοκότητας.

Συνολικά, η διπλωματική εργασία καταλήγει στα ακόλουθα συμπεράσματα και διαπιστώσεις και απαντάει στις αρχικές ερευνητικές υποθέσεις. Ειδικότερα, η εκπαιδευτική ρομποτική θεωρείται κατάλληλο εργαλείο για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων της επίλυσης των προβλημάτων και της υπολογιστικής σκέψης μαθητών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης καθώς και τυπικής και μη τυπικής ανάπτυξης. Δηλαδή, έγινε φανερό από τις έρευνες που αναλύθηκαν ότι στους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες, ΔΕΠΥ και αυτισμό, η ρομποτική ενισχύει το ενδιαφέρον, δημιουργεί κίνητρα για μάθηση και προωθεί τη συνεργασία. Όσον αφορά την τρίτη και τέταρτη ερευνητική υπόθεση, απ' όσα προαναφέρθηκαν έγινε έκδηλο ότι η υπολογιστική σκέψη προωθεί έναν κonstruktivistικό τρόπο μάθησης και είναι ιδιαίτερα ευεργετική για τους μαθητές τυπικής και μη τυπικής ανάπτυξης και ακόμα αυτή προωθείται μέσω της εκπαίδευσης STEM. Τα αποτελέσματα του STEM δείχνουν ότι η διδασκαλία και η μάθηση γίνεται αρκετά αποτελεσματική και οι μαθητές αναπτύσσουν την ικανότητα συλλογής και ανάλυσης δεδομένων για την επίλυση ενός πραγματικού προβλήματος. Επιπρόσθετα, πραγματοποιείται η κατασκευή των αντικειμένων, γεγονός που βασίζεται στην μηχανική, με αποτέλεσμα οι μαθητές να αποκτούν και κατασκευαστικές ικανότητες. Τέλος, άξιο παρατήρησης είναι ότι η λειτουργία του physical computing και της μηχανικής μάθησης είναι σημαντικά για την ανάπτυξη τόσο των δεξιοτήτων της υπολογιστικής σκέψης όσο και για την ανάπτυξη των χωρικών και γνωστικών δεξιοτήτων. Οι εφαρμογές του physical computing αποτελούν ισχυρά εργαλεία τόσο για την καλύτερη κατανόηση ενός γνωστικού αντικειμένου όσο και για την κατανόηση των εννοιών του προγραμματισμού. Χρησιμοποιώντας το physical computing γίνεται η σύνδεση ψηφιακών αντικειμένων με τον πραγματικό κόσμο μέσω των μοντέλων προσομοίωσης. Έτσι, αναδεικνύεται η προσέγγιση STEM και η Υπολογιστική Επιστήμη.

5.2 Συνεισφορά της μελέτης

Η συνεισφορά της παρούσας μελέτης είναι να τονίσει ότι η εκπαιδευτική ρομποτική με τη χρήση δραστηριοτήτων STEM βοηθάει στην ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης στους μαθητές με ή χωρίς ειδικές ανάγκες. Οι στόχοι των δραστηριοτήτων αφορούν την ανάπτυξη των δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα καθώς και τον μαθησιακό και κοινωνικό τομέα. Φυσικά, δεν πρέπει να παραλειφθεί ότι στόχος είναι και η εμπλοκή

των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες, διαταραχή ελλειμματικής προσοχής-υπερκινητικότητα και αυτισμό, για να επιτευχθεί η λεγόμενη συμπερίληψη.

Επίσης, η συγκεκριμένη μελέτη συνεισφέρει στην παροχή μιας ολοκληρωμένης βιβλιογραφικής ανασκόπησης για ένα θέμα αρκετά επίκαιρο που απασχολεί τα τελευταία χρόνια τους ερευνητές. Έχοντας την συγκεκριμένη αναλυτική ανασκόπηση από τη βιβλιογραφία μπορούν να δομηθούν έρευνες οι οποίες να βασίζονται στα «κενά» που υπάρχουν. Τέλος, πολλοί εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν στην τάξη τους κάποιες δραστηριότητες με τα εργαλεία που προαναφέρθηκαν προκειμένου να αντιμετωπίσουν τυχόν δυσκολίες των μαθητών.

5.3 Περιορισμοί της μελέτης

Στη συγγραφή της διπλωματικής εργασίας για το συγκεκριμένο θέμα υπήρχαν κάποιοι περιορισμοί. Πιο συγκεκριμένα, οι έρευνες για την χρήση τόσο της ρομποτικής όσο και του STEM στην ειδική εκπαίδευση ήταν αρκετά περιορισμένες με αποτέλεσμα να μην υπάρχει μια πληθώρα αποτελεσμάτων και αποδείξεων. Ιδιαίτερος περιορισμός υπήρχε στις μαθησιακές δυσκολίες όπου δεν υπήρχαν αρκετές έρευνες που να πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση της ρομποτικής και του STEM. Αυτό συνέβη διότι τα θέματα αυτά που εξετάστηκαν στην διπλωματική εργασία είναι αρκετά πρόσφατα και πόσο μάλλον για την ειδική αγωγή, οπότε χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης.

5.4 Μελλοντικές προεκτάσεις

Όπως ήδη προαναφέρθηκε, η συγκεκριμένη εργασία αποτελεί μια βιβλιογραφική ανασκόπηση για επίκαιρα θέματα στον χώρο της πληροφορικής στην εκπαίδευση. Επειδή οι έρευνες της χρήσης των ΤΠΕ στην εκπαίδευση είναι αρκετά περιορισμένες, προτείνεται οι ερευνητές να εστιάσουν τα ερευνητικά τους ενδιαφέροντα στο πως η εκπαιδευτική ρομποτική με δραστηριότητες STEM μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές με ειδικές ανάγκες τόσο στην ανάπτυξη μαθησιακών και κοινωνικών δεξιοτήτων όσο και στην ανάπτυξη της υπολογιστικής τους σκέψης. Φυσικά, ενδιαφέρον θα ήταν η δημιουργία τέτοιων δραστηριοτήτων σε έναν πλήρη οδηγό με σκοπό να δοθεί στους εκπαιδευτικούς ειδικής αγωγής για να τις πραγματοποιήσουν στο σχολείο. Τέλος, κρίνεται σκόπιμη η διεξαγωγή περαιτέρω μελετών σχετικές με την μηχανική μάθηση που θεωρείται ένας τομέας, αρκετά πρόσφατος, με μεγάλο ενδιαφέρον. Όλα όσα προαναφέρθηκαν μπορούν να γίνουν σε σύγκριση με τα ήδη

υπάρχοντα ερευνητικά και εκπαιδευτικά εργαλεία και μεθόδους για να μπορέσει να γίνει η ποσοτικοποίηση των τομέων που εξετάστηκαν.

Βιβλιογραφία

- Adamchuk, V., Barker, B. S., Nugent, G., Grandgenett, N., Patent-Nygren, M., Lutz, C., και συν. (2012). Learning Geospatial Concepts as Part of a Non-Formal Education Robotics Experience. Στο B. S. Barker , G. Nugent, N. Grandgenett, & V. I. Adamchuk, *In Robots in K-12 Education: A new technology for learning* (σσ. 284-300). IGI Global.
- Aho, A. V. (2012, July). Computation and Computational Thinking. *The Computer Journal*, σσ. 832-835.
- Alenezi, H. S., & Faisal, M. H. (2020, January 14). Utilizing crowdsourcing and machine learning in education: Literature review. *Education and Information Technologies*, 25, σσ. 2971–2986.
- Alimisis, D. (2009). *Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods*. Athens: School of Pedagogical and Technological Education (ASPETE).
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science & Technology Education*, 6, σσ. 63-71.
- Allan, W., Coulter, B., Denner, J., Erickson, J., Lee, I., Malyn-Smith, J., και συν. (2010). Computational Thinking for Youth. *The ITEST Small Group on Computational Thinking*.
- Almeda, V., Rowe, E., Asbell-Clarke, J., Scruggs, R., Baker, R., Bardar, E., και συν. (2019). Modeling Implicit Computational Thinking in Zoombinis Mudball Wall Puzzle Gameplay. *Proceedings of the 2019 Technology, Mind, and Society Conference*.
- Altin, H., & Pedaste, M. (2013). Learning Approaches to applying robotics in science education. *Journal of Baltic Science Education*.
- Ambrosio, A., Macedo, J., Almeida, L., & Franco, A. (2014). Exploring Core Cognitive Skills of Computational Thinking. *PPIG*.
- American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders, Fourth Editor*. Washington DC: Author.
- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fourth Editio, Text Revision*. Washington, DC: Author.
- American Psychiatric Association, & A. (2013). *DSM 5. American Psychiatric Association*, 70.

- Anagnostakis, S., & Michaelides, P. (2007). Results from an undergraduate test teaching course on Robotics to Primary Education Teacher-Students. *4th International Conference on Hands-on Science Development, Diversity and Inclusion in Science Education* (σσ. 23-27). Ponta Delgada, Portugal : Copissaurio Repro.
- Anagnostakis, S., & Michaelides, P. G. (2006). 'Laboratory of educational Robotics'. An undergraduate course for Primary Education Teacher-Students. *3rd International Conference on Hands-on Science*, (σσ. 329-335). Braga, Portugal.
- Andreou, M., & Skrimpa, V. (2020, June 20). Theory of Mind Deficits and Neurophysiological Operations in Autism Spectrum Disorders: A Review. *Brain Sciences*, 10(6), σσ. 1-12.
- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., και συν. (2016, July). Computational Thinking Curriculum Framework- Implications for Teacher Knowledge. *Journal of Educational Technology & Society*, σσ. 47-57.
- Araujo, A. O., Santos, J. S., Andrade, W. L., Guerrero, D., & Dagienė, V. (2017). Exploring computational thinking assessment in introductory programming courses. *Frontiers in Education Conference (FIE)* (σσ. 1-9). Indianapolis, IN, USA: IEEE.
- Arduino, S. (2015). *Arduino*. Arduino LLC.
- Aresti-Bartolome, N., & Garcia-Zapirain, B. (2014). Technologies as Support Tools for Persons with Autistic Spectrum Disorder: A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*, 11(8), σσ. 7767-7802.
- Armoni, M. (2010, March). On Teaching Topics in Computer Science Theory. *Computing In Schools*, 1(1), σσ. 21-22.
- Asghar, A., Sladeczek, I., Mercier, J., & Beaudoin, E. (2017). Learning in science, technology, engineering, and mathematics: Supporting students with learning disabilities. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, 58(3), σσ. 238-249.
- Aslanoglou, K., Papazoglou, T., & Karagiannidis, C. (2018). Educational Robotics and Down syndrome: Investigating student performance and motivation. *DSAI 2018: Proceedings of the 8th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion*, (σσ. 110-116). Thessaloniki.

- Ater-Kranov, A., Bryant, R., Orr, G., Wallace, S., & Zhang, M. (2010). Developing a community definition and teaching modules for computational thinking: accomplishments and challenges. *Proceedings of the 2010 ACM conference on Information technology education* (σσ. 143-148). Midland Michigan USA: ACM.
- Atkinson, R. D., & Mayo, M. (2010, December 12). *Refueling the U.S. Innovation Economy: Fresh Approaches to Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education*. Washington, DC: The Information Technology & Innovation Foundation.
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2012). Evaluating Role of Collaboration Scripts as Group Guiding Tools in Activities of Educational Robotics: Conclusions from Three Case Studies. *12th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (σσ. 298-302). Rome, Italy: IEEE.
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, σσ. 661–670.
- Atmatzidou, S., Demetriadis, S., & Nika, P. (2017). How Does the Degree of Guidance Support Students' Metacognitive and Problem Solving Skills in Educational Robotics? *Journal of Science Education and Technology*, 27, σσ. 70-85.
- Atmatzidou, S., Markelis, I., & Demetriadis, S. (2008). The use of LEGO Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning. *International Conference of Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAN)*, (σσ. 22-30). Venice, Italy.
- Attwood, T. (2007). *The complete guide to Asperger's syndrome*. London: Jessica Kingsley Publishers.
- Bagiati, A., & Evangelou, D. (2016). Practicing engineering while building with blocks: Identifying engineering thinking. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(1), σσ. 67-85.
- Baglama, B., Yikmis, A., & Demirok, M. (2017). Special Education Teachers' Views on Using Technology in Teaching Mathematics. *European Journal of Special Education Research*, 2(5), σσ. 120-134.
- Baird, G., Simonoff, E., Pickles, A., Chandler, S., Loucas, T., Meldrum, D., και συν. (2006, July). Prevalence of disorders of the autism spectrum in a population cohort of

- children in South Thames: the Special Needs and Autism Project (SNAP). *Lancet*, 368, σσ. 210-215.
- Baran, M., & Maskan, A. (2010). The effect of project-based learning on pre-service physics teachers electrostatic achievements. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 5(4), σσ. 243-257.
- Barkley, R. A. (2003). Issues in the diagnosis of attention-deficit/hyperactivity disorder in children. *Brain & Development*.
- Baron-Cohen, S. (2000). Theory of mind and autism: A review. *International Review of Research in Mental Retardation*, 23, σσ. 169-184.
- Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), σσ. 20-23.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, σσ. 48-54.
- Bauminger, N., Solomon, M., & Rogers, S. (2010). Predicting friendship quality in autism spectrum disorders and typical development. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40, σσ. 751-761.
- Beaumont, R., & Sofronoff, K. (2008, June 28). A multi-component social skills intervention for children with Asperger syndrome: The Junior Detective Training Program. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49, σσ. 743-753.
- Begeer, S., Gevers, C., Clifford, P., Verhoeve, M., Kat, K., Hoddenbach, E., και συν. (2010, October 26). Theory of Mind Training in Children with Autism: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41, σσ. 997-1006.
- Behrens, A., Atorf, L., Schwann, R., Neumann, B., Schnitzler, R., Balle, J., και συν. (2010, May). MATLAB Meets LEGO Mindstorms—A Freshman Introduction Course Into Practical Engineering. *Transactions on Education*, 53(2), σσ. 306-317.
- Beisser, S. R. (2006, January). An Examination of Gender Differences in Elementary Constructionist Classrooms Using Lego/Logo Instruction. *Computers in the Schools*, 22(3), σσ. 7-19.
- Benitti, F. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), σσ. 978-988.

- Bers, M. U. (2010). The TangibleK Robotics Program: Applied Computational Thinking for Young Children. *Early Childhood Research & Practice*, 12, σσ. 1-20.
- Bers, M., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, σσ. 145-157.
- Bienkowski, M., Snow, E., Rutstein, D. W., & Grover, S. (2015). *Leveraging Evidence-Centered Design to Develop Assessments of Computational Thinking Practices*. Menlo Park, CA: SRI International.
- Blanchard, S., Freiman, V., & Lirrete-Pitre, N. (2010). Strategies used by elementary schoolchildren solving robotics-based complex tasks: innovative potential of technology. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, σσ. 2851–2857.
- Blikstein, P. (2013). Gears of Our Childhood: Constructionist Toolkits, Robotics, and Physical Computing, Past and Future. *12th International Conference on Interaction Design and Children (IDC)* (σσ. 173-182). New York, USA: Association for Computing Machinery (ACM).
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). Developing Computational Thinking in Compulsory Education - Implications for policy and practice. *JRC Working Papers*, σ. Joint Research Centre.
- Bölte, S., Golan, O., Goodwin, M. S., & Zwaigenbaum, L. (2010). What can innovative technologies do for Autism Spectrum Disorders? σσ. 155-159.
- Boonprasert, L., Tupsai, J., & Yuenyong, C. (2018). Grade 8 students' capability of analytical thinking and attitude toward science through teaching and learning about soil and its' pollution based on science technology and society (STS) approach. *Paper presented at the International Conference for Science Educators and Teachers (ISET)*, 1023, σσ. 1-8.
- Booth, T., Stumpf, S., Bird, J., & Jones, S. (2016). Crossed wires: Investigating the problems of end-user developers in a physical computing task. *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (σσ. 3485-3497). San Jose California USA: ACM.
- Borrego, M., & Newswander, L. K. (2008, April). Characteristics of Successful Cross-disciplinary Engineering Education Collaborations. *Journal of Engineering Education*, σσ. 123-134.

- Bouck, E. C., Sands, P., Long, H., & Yadav, A. (2021, February 25). Preparing Special Education Preservice Teachers to Teach Computational Thinking and Computer Science in Mathematics. *Teacher Education and Special Education (TESE)*.
- Bower, M., Wood, L. N., Lai, J., Howe, C., Lister, R., & Mason, R. (2017). Improving the computational thinking pedagogical capabilities of school teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 42(3), σσ. 53-72.
- Brackmann, C. P., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A., & Barone, D. (2017). Development of Computational Thinking Skills through Unplugged Activities in Primary School. *WiPSCE '17*. Netherlands: ACM.
- Braumann, J., & Brell-Cokcan, S. (2012). Digital and Physical Computing for Industrial Robots in Architecture: Interfacing Arduino with industrial robots. *17th International Conference on Computer Aided Architectural Design Research*, (σσ. 317-326). Chennai.
- Breuch, B., & Fislake, M. (2017). Bringing Educational Robotics into the Classroom. *International Conference on Robotics and Education (RiE 2017)* (σσ. 101-112). Cham: Springer.
- Brown, L., & Howard, A. M. (2013). Engaging children in math education using a socially interactive humanoid robot. *13th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids)* (σσ. 183-188). Atlanta, GA, USA: IEEE.
- Bryan, L., & Guzey, S. (2020). K-12 STEM Education: An Overview of Perspectives and Considerations. *Hellenic Journal of STEM Education (HJSTEM)*, 1(1), σσ. 5-15.
- Bundy, A. (2007). Computational Thinking is Pervasive. *Journal of Scientific and Practical Computing*, 1(2), σσ. 67-69.
- Bybee, R. W. (2014). NGSS and the Next Generation of Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), σσ. 211-221.
- Cabibihan, J.-J., Javed, H., Ang Jr, M., & Aljunied, S. (2013, August 3). Why Robots? A Survey on the Roles and Benefits of Social Robots in the Therapy of Children with Autism. *International Journal of Social Robotics*, 5(4), σσ. 593-618.
- Caeli, E., & Yadav, A. (2019). Unplugged Approaches to Computational Thinking: a Historical Perspective. *Association for Educational Communications & Technology*.

- Capraro, R. M., & Slough, S. W. (2013). Why PBL? Why STEM? Why now? an Introduction to STEM Project-Based Learning. *STEM Project-Based Learning*, σσ. 1-5.
- Caprile, M., Palmen, R., Sanz, P., & Dente, G. (2015). *Encouraging STEM studies: Labour market situation and comparison of practices targeted at young people in different member states*. Brussels, Belgium: European Union.
- Carbonaro, M., Rex, M., & Chambers, J. (2004). Using LEGO Robotics in a Project-Based Learning Environment. *The Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning*, 6(1).
- Casey, B. M., Dearing, E., Vasilyeva, M., & Ganley, C. (2011). Spatial and numerical predictors of measurement performance: The moderating effects of community poverty and gender. *Journal of Educational Psychology*, σσ. 296–311.
- Cass, M., Cates, D., Smith, M., & Jackson, C. (2003, April 15). Effects of Manipulative Instruction on Solving Area and Perimeter Problems by Students with Learning Disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 18(2), σσ. 112-120.
- Catlin, D., & Woollard, J. (2014). Educational Robots and Computational Thinking. *4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education*, (σσ. 144-151). Padova, Italy.
- Cetin, I. (2016). Preservice teachers' introduction to computing: Exploring utilization of scratch. *Journal of Educational Computing Research*, 54(7), σσ. 997-1021.
- Chalkiadaki, A. (2018, July). A Systematic Literature Review of 21st Century Skills and Competencies in Primary Education. *International Journal of Instruction*, 11(3), σσ. 1-16.
- Chande, S. (2015, November). A Conceptual Framework for Computational Thinking as a Pedagogical Device. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, 3(11), σσ. 11682-11688.
- Chandler, J., Fontenot, A., & Tate, D. (2011). Problems Associated with a Lack of Cohesive Policy in K-12 Pre-college Engineering. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(1).
- Chesky, N. Z., & Wolfmeyer, M. R. (2015). *Philosophy of STEM Education: A Critical Investigation*. New York: Palgrave Macmillan.

- Chevallier, C., Parish-Morris, J., Tonge, N., Lori Miller, J., & Schultz, R. (2014). Susceptibility to the audience effect explains performance gap between children with and without autism in a theory of mind task. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(3), σσ. 972–979.
- Chien, Y.-L., Chou, M.-C., Chiu, Y.-N., Chou, W.-J., Wu, Y.-Y., Tsai, W.-C., και συν. (2017, July 25). ADHD-related symptoms and attention profiles in the unaffected siblings of probands with autism spectrum disorder: focus on the subtypes of autism and Asperger's disorder. *Molecular Autism*, 8.
- Choi, H., Lee, S., & Woo, C. (2016, April 16). Opportunities and Challenges Perceived by Teachers from Physical Computing Education. *Journal of The Korean Association*, 20, σσ. 235-242.
- Christensen, R., & Knezek, G. (2015, September 10). Active Learning Approaches to Integrating Technology into a Middle School Science Curriculum Based on 21st Century Skills. *Emerging Technologies for STEAM Education*, σσ. 17-37.
- Chung, C., Cartwright, C., & Cole, M. (2014). Assessing the Impact of an Autonomous Robotics Competition for STEM Education. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 15(2), σσ. 24-34.
- Ciolacu, M., Tehrani, A., Binder, L., & Svasta, P. (2018). Education 4.0 - Artificial Intelligence Assisted Higher Education: Early recognition System with Machine Learning to support Students' Success. *IEEE 24th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME)* (σσ. 23-30). Iasi, Romania: IEEE.
- Città, G., Gentile, M., Allegra, M., Arrigo, M., Conti, D., Ottaviano, S., και συν. (2019). The effects of mental rotation on computational thinking. *Computers & Education*, 141.
- Clark, A., & Ernst, J. (2007, January). A Model for the Integration of Science, Technology, Engineering, and Mathematics. *The Technology Teacher*, 64(4), σσ. 24-26.
- Cogmed. (2006). *Cogmed Working Memory Trainig*. Cogmed America Inc.
- Colucci-Gray, L., Burnard, P., Gray, D., & Cooke, C. (2019). *A Critical Review of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics)*. Oxford: Oxford University Press.

- Computing at School Working Group. (2012, March). *Computing at School*. Ανάκτηση March 12, 2021, από Computer Science: A Curriculum for Schools: <https://www.computingatschool.org.uk/data/uploads/ComputingCurric.pdf>
- Conchinha, C., Osório, P., & de Freitas, J. (2015). Playful learning: Educational robotics applied to students with learning disabilities. *2015 International Symposium on Computers in Education (SIIE)* (σσ. 167-171). Setubal, Portugal: IEEE.
- Costa, S., Soares, F., Santos, C., Ferreira, M., Moreira, F., Pereira, A., και συν. (2011). An approach to promote social and communication behaviors in children with autism spectrum disorders: Robot based intervention. *RO-MAN* (σσ. 101-106). Atlanta, GA, USA: IEEE.
- Cowan, R., & Powell, D. (2014). The Contributions of Domain-General and Numerical Factors to Third-Grade Arithmetic Skills and Mathematical Learning Disability. *Journal of Educational Psychology*, 106(1), σσ. 214-229.
- Cox, A. M. (2018). Space and embodiment in informal learning. *Higher Education*, 75, σσ. 1077-1090.
- Cruz-Martín, A., Fernández-Madrigal, J., Galindo, C., González-Jiménez, J., Stockmans-Daou, C., & Blanco-Claraco, J. (2012, March 31). A LEGO Mindstorms NXT approach for teaching at Data Acquisition, Control Systems Engineering and Real-Time Systems undergraduate courses. *Computers & Education*, 59, σσ. 974-988.
- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., και συν. (2015). *Computational thinking - a guide for teachers*. Computing At School.
- Cukurova, M., Luckin, R., Millan, E., & Mavrikis, M. (2018, January). The NISPI framework: Analysing collaborative problem-solving from students' physical interactions. *Computers & Education*, 116, σσ. 93-109.
- Czerkawski, B. C., & Lyman III, E. W. (2015). Exploring issues about computational thinking in higher education. *TechTrends*, 59, σσ. 57-65.
- Dagdilelis, V., Sartatzemi, M., & Kagani, K. (2005). Teaching (with) robots in secondary schools: some new and not-so-new pedagogical problems. *Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'05)*. Kaohsiung, Taiwan: IEEE.

- Dautenhahn, K., Nehaniv, C. L., Walters, M. L., Robins, B., Kose-Bagci, H., Mirza, A., και συν. (2009). KASPAR – a minimally expressive humanoid robot for human–robot interaction research. *Applied Bionics and Biomechanics*, 6(3), σσ. 369-397.
- Dede, C., Mishra, P., & Voogt, J. (2013). Working Group 6: Advancing computational thinking in 21st century learning. *EDUsummIT – International SUMMIT on ICT in Education*, (σσ. 1-6). Washington.
- Dempsey, I., & Foreman, P. (2001, July 21). A Review of Educational Approaches for Individuals with Autism. *International Journal of Disability, Development and Education*, 48(1), σσ. 103-116.
- Denner, J., & Werner, L. (2011). Measuring Computational Thinking in Middle School using Game Programming. *t AERA 2011 Symposium: Merging Human Creativity and the Power of Technology: Computational Thinking in the K-12 Classroom*.
- Denning, P. J. (2009). Beyond Computational Thinking. *Communications of the ACM*.
- Denning, P. J. (2017). Computational Thinking in Science. *American Scientist*, σσ. 13-17.
- Denning, P. J. (2017, June). Remaining Trouble Spots with Computational Thinking. *Communications of the ACM*.
- Di Battista, S., Pivetti, M., Moro, M., & Menegatti, E. (2020, September 16). Teachers' Opinions towards Educational Robotics for Special Needs Students: An Exploratory Italian Study. *Robotics*, 9(3).
- Diago, P., Arnau, D., & González-Calero, J. (2018). Elementos de resolución de problemas en primeras edades escolares con Bee-bot. *Educación Matemática en la Infancia*, 7(1), σσ. 12-41.
- Djurdjevic-Pahl, A., Pahl, C., Fronza, I., & El Ioini, N. (2017, February 19). A Pathway into Computational Thinking in Primary Schools. *Emerging Technologies for Education*, σσ. 165-175.
- Domínguez, C., & Jaime, A. (2010, November). Database design learning: A project-based approach organized through a course management system. *Computers & Education*, 55(3), σσ. 1312-1320.
- Drigas, A. S., & Ioannidou, R.-E. (2013, May). Special Education and ICTs. *iJET*, 8(2), σσ. 41-47.

- Druin, A., & Hendler, J. (2000). *Robots for kids: Exploring new technologies for learning*. San Diego CA: Academic Press.
- Duncan, C., Bell, T., & Atlas, J. (2017). What do the Teachers Think?: Introducing Computational Thinking in the Primary School Curriculum. *Nineteenth Australasian Computing Education Conference (ACE '17)* (σσ. 65-74). Geelong VIC Australia : ACM.
- Eguchi, A. (2010). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation. In D. Gibson & B. Dodge (eds.). *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 4006-4014). VA: AACE.
- Eguchi, A. (2015). Educational robotics to promote 21st century skills and technological understanding among underprivileged undergraduate students. *IEEE Integrated STEM Education Conference*. Princeton, NJ, USA: IEEE.
- Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems*, 75.
- Eguchi, A. (2017). Bringing Robotics in Classrooms. *Robotics in STEM Education*, σσ. 3-31.
- Eteokleous-Grigoriou, N., & Psomas, C. (2013). Integrating Robotics as an Interdisciplinary Educational Tool in Primary Education. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (σσ. 3877-3881). New Orleans: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- European Commission. (2015). *Science education for responsible citizenship: Report to the European Commission of the expert group on science education*. Luxembourg: European Union.
- Fields, D. A., Lui, D., & Kafai, Y. B. (2019). Teaching computational thinking with electronic textiles: Modeling iterative practices and supporting personal projects in exploring computer science. In *Computational thinking education*, σσ. 279-294.
- Flanigan, A. E., Peteranetz, M. S., Shell, D. F., & Soh, L.-K. (2017, January). Implicit intelligence beliefs of computer science students: Exploring change across the semester. *Contemporary Educational Psychology*, 48, σσ. 179-196.

- Fletcher, G., & Lu, J. J. (2009). Education: Human computing skills: rethinking the K-12 experience. *Communications ACM*, 52, σσ. 23-25.
- Frangou, S., Papanikolaou, K., Aravecchia, L., Montel, L., Ionita, S., Arlegui, J., και συν. (2008). Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach. *Intl. Conf. on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots* (σσ. 54-65). Venice, Italy: Workshop Proceedings of SIMPAR.
- Franke, B., Michelini, G., Asherson, P., Banaschewski, T., Bilbow, A., Buitelaar, J., και συν. (2018, October). Live fast, die young? A review on the developmental trajectories of ADHD across the lifespan. *European Neuropsychopharmacology*, 28(10), σσ. 1059-1088.
- Fridin, M., & Yaakobi, Y. (2011). Educational Robot for Children with ADHD/ADD. *Conference on Computational Vision and Robotics*.
- Fuller, U., Johnson, C. G., Ahoniemi, T., Cukierman, D., Hernán-Losada, I., Jackova, J., και συν. (2007, December). Developing a Computer Science-specific Learning Taxonomy. *SIGCSE Bulletin*, σσ. 152-170.
- Games, A. (2010, January 1). Bug or Feature: The Role of Gamestar Mechanic's Material Dialog on the Metacognitive Game Design Strategies of Players. *E-Learning and Digital Media*, 7(1), σσ. 49-66.
- Garfin, D., & Lord, C. (1986). Communication as a Social Problem in Autism. *Social Behavior in Autism*, σσ. 133-151.
- Gaudiello, I., & Zibetti, E. (2013). Using control heuristics as a means to explore the educational potential of robotics kits. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), σσ. 15-28.
- Gaudiello, I., Zibetti, E., & Carrignon, S. (2010). Representations to go: learning robotics, learning by robotics. *Intl. Conf. on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots* (σσ. 484-493). Darmstadt, Germany: Proceedings of SIMPAR 2010 Workshops.
- Golan, O., & Baron-Cohen, S. (2006). Systemizing empathy: Teaching adults with Asperger syndrome or high-functioning autism to recognize complex emotions using interactive multimedia. *Development and Psychopathology*, 18, σσ. 591-617.

- Goldsmith, T., & LeBlanc, L. (2004). Use of Technology in Interventions for Children with Autism. *Journal of Early and Intensive Behavior Intervention*, 1(2), σσ. 166-178.
- Gomilko, S., Zimina, A., & Shandarov, E. (2016, August 14). Attention Training Game with Aldebaran Robotics NAO and Brain-Computer Interface. *Interactive Collaborative Robotics*, σσ. 27-31.
- González, M. (2015). Computational Thinking TEST: Design Guidelines and Content Validation. *Proceedings of EDULEARN15 Conference*. Barcelona, Spain.
- Granpeesheh, D., Dixon, D. R., Tarbox, J., Kaplan, A. M., & Wilke, A. E. (2009). The effects of age and treatment intensity on behavioral intervention outcomes for children with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 3(4), σσ. 1014-1022.
- Gretter, S., & Yadav, A. (2016, June 15). Computational Thinking and Media & Information Literacy: An Integrated Approach to Teaching Twenty-First Century Skills. *TechTrends*, σσ. 510-516.
- Grover, S. (2011). Robotics and Engineering for Middle and High School Students to Develop Computational Thinking. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, (σσ. 1-15). New Orleans, LA.
- Grover, S., & Pea, R. D. (2013). Computational Thinking in K-12 A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, σσ. 38-43.
- Grzadzinski, R., Huerta, M., & Lord, C. (2013, May 15). DSM-5 and autism spectrum disorders (ASDs): an opportunity for identifying ASD subtypes. *Molecular Autism*, 4.
- Gunn, J. (2020, March 2). *Resilient Educator*. Ανάκτηση March 29, 2021, από The Evolution of STEM and STEAM in the U.S.: <https://resilienteducator.com/classroom-resources/evolution-of-stem-and-steam-in-the-united-states/>
- Gura, M. (2007). *Student Robotic Classroom Robotics: Case Stories of 21st Century Instruction for Millennial Students*. Charlotte: Information Age Publishing.
- Gura, M. (2012, August). Lego Robotics: STEM Sport of the Mind. *Learning & Leading with Technology*, σσ. 12-16.
- Hamdan, K., Amorri, A., & Hamdan, F. (2017, January). Robot Technology Impact on Dyslexic Students' English Learning. *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences*, 11(7), σσ. 1949-1954.

- Hamilton Buhl. (2018, June 07). *The Power of STEAM Education and Teacher Resource Availability*. Ανάκτηση April 29, 2021, από National Art Education Association: <https://www.arteducators.org/search?topic=steam>
- Han, J., Campbell, N., Jokinen, K., & Wilcock, G. (2012). Investigating the use of Non-verbal Cues in Human-Robot Interaction with a Nao robot. *3rd International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)* (σσ. 679-683). Kosice, Slovakia: IEEE.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. (2014, March). How Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Project-Based Learning (PBL) Affects High, Middle, and Low Achievers Differently: The Impact of Student Factors on Achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), σσ. 1-26.
- Harimurti, R., Ekohariadi, Munoto, & Asto, B. (2019). The concept of computational thinking toward information and communication technology learning. *International Conference on Technology and Vocational Teacher*. 539, σσ. 1-7. Yogyakarta: IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering.
- Heines, J. M., Goldman, K. J., Jeffers, J., Fox, E. A., & Beck, R. (2008, May). Interdisciplinary approaches to revitalizing undergraduate computing education. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, σσ. 68-72.
- Hiltunen, J., & Jarvinen, E.-M. (2000). Automation Technology in Elementary Technology Education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 37(4), σσ. 51-76.
- Hinze, S. R., Williamson, V. M., Shultz, M. J., Williamson, K. C., Deslongchamps, G., & Rapp, D. N. (2013). When do spatial abilities support student comprehension of STEM visualizations? *Cognitive Processing*, 14(2), σσ. 129-142.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington: The National Academies Press.
- Horn, M. S., & Jacob, R. J. (2007). Designing tangible programming languages for classroom use. In *Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction* (σσ. 159-162). Baton Rouge Louisiana: ACM.
- Houseal, A. K., Abd-El-Khalick, F., & Destefano, L. (2014). Impact of a student-teacher-scientist partnership on students' and teachers' content knowledge, attitudes toward science, and pedagogical practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), σσ. 84-115.

- Howland, A., Jonassen, D., & Marra, R. (2013). *Meaningful Learning with Technology: Pearson New International Edition*. London, UK: Pearson Higher Ed.
- Hu, X., Zheng, Q., & Lee, G. (2018, February 16). Using Peer-Mediated LEGO® Play Intervention to Improve Social Interactions for Chinese Children with Autism in an Inclusive Setting. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 48, σσ. 2444–2457.
- Hubbard, E. M., Piazza, M., Pinel, P., & Dehaene, S. (2005). Interactions between number and space in parietal cortex. *Nature Reviews Neuroscience*, 6, σσ. 435–448.
- Huijnen, C., Lexis, M., & Witte, L. (2016, July 29). Matching Robot KASPAR to Autism Spectrum Disorder (ASD) Therapy and Educational Goals. *International Journal of Social Robotics*, 8, σσ. 445–455.
- Hussain, S., Lindh, J., & Shukur, G. (2006, July). The effect of LEGO Training on Pupils' School Performance in Mathematics, Problem Solving Ability and Attitude: Swedish Data. *Educational Technology & Society*, 9(3), σσ. 182-194.
- Hyungshin, C., Sangmin, L., Jeonghwa, L., & Changmun, W. (2016). Opportunities and Challenges Perceived by Teachers from Physical Computing Education. *Journal of The Korean Association*, 20, σσ. 235-242.
- Ilic, U., Haseski, H., & Tugtekin, U. (2018, April). Publication Trends over 10 Years of Computational Thinking Research. *Contemporary Educational Technology*, 9(2), σσ. 131-153.
- Ioannidou, A., Repenning, A., & Webb, D. C. (2009, August). AgentCubes: Incremental 3D end-user development. *Journal of Visual Languages & Computing*, 20(4), σσ. 236-251.
- ISTE, CSTA, & NSF. (2011). *Computational Thinking Teacher Resources second edition*. Ανάκτηση March 9, 2021, από CSTA: https://cdn.iste.org/www-root/ct-documents/ct-teacher-resources_2ed-pdf.pdf?sfvrsn=2
- Janka, P. (2008). Using a Programmable Toy at Preschool Age: Why and How? . *Intl. Conf. on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots* (σσ. 1-10). Venice, Italy: Workshop Proceedings of SIMPAR.

- Jenson, J., & Droumeva, M. (2016, May 1). Exploring Media Literacy and Computational Thinking: A Game Maker Curriculum Study. *The Electronic Journal of e-Learning*, 14(2), σσ. 111-121.
- Johnson, J. (2003). Children, robotics, and education. *Artificial Life and Robotics*, σσ. 16-21.
- Jokinen, K., & Wilcock, G. (2013, August 28). Multimodal Open-Domain Conversations with the Nao Robot. *Natural Interaction with Robots, Knowbots and Smartphones*, σσ. 213-224.
- Jona, K., Wilensky, U., Trouille, L., Horn, M., Orton, K., Weintrop, D., και συν. (2014). *Embedding Computational Thinking in Science, Technology, Engineering, and Math (CT-STEM): In future directions in computer science education summit meeting*. Orlando, FL.
- Jones , S., & Burnett, G. (2015). Spatial Ability And Learning To Program. *Human Technology*.
- Jones, S., & Burnett, G. E. (2007). Children's Navigation of Hyperspace – Are Spatial Skills Important? *Proceedings of Web-based Education*. Chamonix, France: Acta Press.
- Juszczak, M. (2015). From Towards a Computational Pedagogy – Analysis of ABM Deployment in Pedagogical Instances. *International Journal of Pedagogy Innovation and New Technologies*, 2(1), σσ. 2-13.
- Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2013). Computer programming goes back to school. *Phi Delta Kappan*, σσ. 95(1), 61.
- Kafai, Y. B., & Resnick, M. (1996). *Constructionism in practice*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kaldi, S., Filippatou, D., & Govaris, C. (2011, February). Project-based learning in primary schools: effects on pupils' learning and attitudes. *International Journal of Primary, Elementary and Early Years Education*, 39(1), σσ. 35-47.
- Kashi, A., Shastri, S., Deshpande, A. R., Doreswamy, J., & Srinivasa, G. (2016). A Score Recommendation System Towards Automating Assessment In Professional Courses. *Eighth International Conference on Technology for Education (T4E)* (σσ. 140-143). IEEE.

- Katterfeldt, E.-S., Cuartielles, D., Spikol, D., & Ehrenberg, N. (2016). Talkoo: A new paradigm for physical. *15th International Conference on Interaction Design and Children* (σσ. 512-517). Manchester United Kingdom: ACM.
- Kazakoff, E. R., Sullivan, A., & Bers, M. U. (12, October 18). The Effect of a Classroom-Based Intensive Robotics and Programming Workshop on Sequencing Ability in Early Childhood. *Early Childhood Education Journal*, 41, σσ. 245-255.
- Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L., & MacKinnon, L. (2012). Learning Programming at the Computational Thinking Level via Digital Game-Play. *International Conference on Computational Science, ICCS. 9*, σσ. 522 – 531. Elsevier.
- Kell, H. J., & Lubinski, D. (2013). Spatial ability: A neglected talent in educational and occupational settings. *Roeper Review*, 35(4), σσ. 219-230.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), σσ. 1-11.
- Khan, R., Cheng, J., & Bee, O. (2018). Machine Learning and Dyslexia: Diagnostic and Classification System (DCS) for Kids with Learning Disabilities. *International Journal of Engineering & Technology*, 7, σσ. 97-100.
- Khine, M. (2017). *Visual-spatial Ability in STEM Education: Transforming Research into Practice*. Australia: Springer.
- Knowledge Hub. (2020, January 21). *The Next Big Thing in K-12 STEM Education-Artificial Intelligence and Machine Learning*. Ανάκτηση May 10, 2021, από The Knowledge Hub: <https://knowledge-hub.com/2020/01/21/the-next-big-thing-in-k-12-stem-education-artificial-intelligence-and-machine-learning/>
- Koh, K., Basawapatna, A., Nickerson, H., & Repenning, A. (2014). Real Time Assessment of Computational Thinking. *Symposium on Visual Languages and Human Centric Computing (VL/HCC)* (σσ. 49-52). Melbourne: IEEE.
- Krauss, J., & Protsman, K. (2016). *Computational Thinking and Coding for every student: The teacher's getting-started guide*. California: Corwin.
- Kubilinskienė, S., Žilinskienė, I., Dagienė, V., & Sinkevičius, V. (2017). Applying robotics in school education: a systematic review. *Baltic Journal Modern Computing*, 5, σσ. 50-69.

- Kučak, D., Juričić, V., & Đambić, G. (2018). Machine Learning in Education - A Survey of Current Research Trends. *29th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation*, (σσ. 406-410). Vienna, Austria.
- Kynigos, C. (1992, May). The Turtle Metaphor as a Tool for Children's Geometry. *Learning Logo and Mathematics*, σσ. 97-126.
- Lachman, R. (2018, January 17). *STEAM not STEM: Why scientists need arts training*. Ανάκτηση April 29, 2021, από The Conversation: <https://theconversation.com/steam-not-stem-why-scientists-need-arts-training-89788>
- Lam, P., Doverspike, D., Zhao, J., Zhe, J., & Menzemer, C. (2008, July 2). An Evaluation of a STEM Program for Middle School Students on Learning Disability Related IEPs. *Journal of STEM Education*, 9(1).
- Landau, R., Páez, J., & Bordeianu, C. (2008). A Survey of Computational Physics: Introductory Computational Science. *Princeton and Oxford: Princeton University Press*.
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., και συν. (2011, February). Computational Thinking for Youth in Practice. *ACM Inroads*, 2(1), σσ. 32–37.
- Lee, I.-J. (2020, July 10). Applying the Game Mode and Teaching Strategies of Computational Thinking to the Improvement of Social Skills Training for Children with Autism Spectrum Disorders. *Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Practice*, σσ. 38-47.
- Leonard, A. E., & Hillstrom, J. E. (2016, July 10). Inducing Application of Interdisciplinary Frameworks: Experiences from the Domains of Information Literacy and Responsible Conduct of Research. *Interdisciplinary Pedagogy for STEM*, σσ. 57-83.
- Lerman, D. C., Valentino, A. L., & LeBlanc, L. A. (2016, May 18). Discrete Trial Training. *Early Intervention for Young Children with Autism Spectrum Disorder*, σσ. 47-83.
- Levy, J., & Dunsmuir, S. (2020). Lego therapy: Building social skills for adolescents with an autism spectrum disorder. *Educational and Child Psychology*, 37(1), σσ. 58-83.
- Lewis, A. L. (2015, September 10). Putting the “H” in STEAM: Paradigms for Modern Liberal Arts Education. *Emerging Technologies for STEAM Education*, σσ. 259-275.
- Liao, C.-H., Hsu, H.-J., & Wu, P.-C. (2020). Integrating Computational Thinking in math courses for 3rd and 4th Grade students with Learning disabilities via Scratch. *SIGCSE*

- '20: *Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (σ. 1282). New York, NY: Association for Computing Machinery.
- Limbos, B. (1999). When toddlers develop writing strategy through play with the "Floor Turtle". In *9th International Conference on Artificial Intelligence in Education AI-ED 99, Workshop on Educational Robotics*, (pp. 16 – 25.).
- Locke, J., Williams, J., Shih, W., & Kasari, C. (2017). Characteristics of socially successful elementary school-aged children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 58(1), σσ. 94-102.
- Lord, C., Elsabbagh, M., Baird, G., & Veenstra-Vanderweele, J. (2018, August 11-17). Autism spectrum disorder. *Lancet*, 392, σσ. 508-520.
- Maksimović, M., Vujović, V., Davidović, N., Milošević, V., & Perišić, B. (2014). Raspberry Pi as Internet of Things hardware: Performances and Constraints. *1st International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering*, (σσ. 1-6). Vrnjačka Banja, Serbia.
- Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., & Eastmond, E. (2010, November). The Scratch Programming Language and Environment. *ACM Transactions on Computing Education*, 10(4).
- Marotta, R., Risoleo, M., Messina, G., Parisi, L., Carotenuto, M., Vetri, L., και συν. (2020, March 13). The Neurochemistry of Autism. *Brain Sciences*, 10(163), σσ. 1-18.
- Martinez, J. E. (2017). *The Search for Method in STEAM Education*. New York, NY, USA: Palgrave Macmillan.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F., & Vilchez-González, J. (2019, March 19). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, σσ. 799–822.
- Mataric, M. J. (2004). Robotics Education for All Ages. *Proceedings of AAAI Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education* (σσ. 22-24). Palo Alto, CA: American Association for Artificial Intelligence .
- Mataric, M. J., Koenig, N., & Feil-Seif, D. (2007). Materials for Enabling Hands-On Robotics and STEM Education. *American Association for Artificial Intelligence*. Los Angeles.
- Mayerová, K., Kubincová, Z., & Veselovská, M. (2019). Creating Activities for After School Robotic Workshop with Ozobot Evo. *18th International Conference on Information*

- Technology Based Higher Education and Training (ITHET)* (σσ. 1-5). Magdeburg, Germany: IEEE.
- Mazzone, L., Postorino, V., Siracusano, M., Riccioni, A., & Curatolo, P. (2018, May 3). The relationship between sleep problems, neurobiological alterations, core symptoms of autism spectrum disorder, and psychiatric comorbidities. *Journal of Clinical Medicine*, 7(102).
- McGregor, S. (2015, January 07). Transdisciplinary Knowledge Creation. *Transdisciplinary Professional Learning and Practice*, σσ. 9-24.
- McGrew, K. S. (2009). CHC theory and the human cognitive abilities project: Standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research. *Intelligence*, 1(37), σσ. 1-10.
- McKnight, K., Kimberly, O., Ruzic, R., Horsley, M., Franey, J., & Bassett, K. (2016, May 21). Teaching in a Digital Age: How Educators Use Technology to Improve Student Learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(3), σσ. 194-211.
- McMillan, J. H. (2013). *Classroom assessment: Principles and practice for effective instruction (6th ed.)*. Boston: Pearson/Allyn and Bacon.
- McWhorter, W. (2008). *The effectiveness of using LEGO Mindstorms robotics activities to influence self-regulated learning in a university introductory computer programming course*. Denton, Texas: University of North Texas.
- Mead, R. A., Thomas, S. L., & Weinberg, J. B. (2012). *From Grade School to Grad School: An Integrated STEM Pipeline Model through Robotics*, in: *Robot K-12 Education: A New Technology for Learning*. Edwardsville, USA: IGI Global.
- Melgar, E. R., & Diez, C. C. (2012). *Arduino and Kinect Projects: Design, Build, Blow Their Minds*. New York: Apress.
- Merleau-Ponty, M., & Landes, D. A. (2013). *Phenomenology of perception*.
- Mesibov, G. B., Shea, V., & Schopler, E. (2005). *The TEACCH approach to autism spectrum disorders*. Berlin, Germany: Springer Science & Business Media.
- Michaelson, G. (2015). Teaching programming with computational and informational thinking. *Journal of Pedagogic Development*, 5(1).

- Mitchell, P., Parsons, S., & Leonard, A. (2007). Using Virtual Environments for Teaching Social Understanding to 6 Adolescents with Autistic Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37, σσ. 589–600.
- Monei, T., & Pedro, A. (2017, April 26). A systematic review of interventions for children presenting with dyscalculia in primary schools. *Educational Psychology in Practice: theory, research and practice in educational psychology*, 33(3), σσ. 277-293.
- Moore, T. J., Miller, R. L., Lesh, R. A., Stohlmann, M. S., & Kim, Y. (2013, March 13). Modeling in Engineering: The Role of Representational Fluency in Students' Conceptual Understanding. *Journal of Engineering Education*, 102(1), σσ. 141-178.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. *Engineering in Pre-College Settings*, σσ. 35-60.
- Moreno-León, J., Román-González, M., Harteveld, C., & Robles, G. (2017). On the Automatic Assessment of Computational Thinking Skills: A Comparison with Human Experts. *CHI*. USA: ACM.
- Morgan, W. (1896, November 7). A Case of Congenital Word Blindness. *British medical journal*.
- Morrison, J. S. (2016, August). TIES STEM Education Monograph Series: Attributes of STEM Education. *Teaching Institute for Excellence in STEM*, σσ. 1-20.
- Mostafa, M. (2008, March). An Architecture for Autism: Concepts of Design Intervention for the Autistic User. *International Journal of Architectural Research*, 2, σσ. 189-211.
- Mühling, A., Ruf, A., & Hubwieser, P. (2015, November). Design and First Results of a Psychometric Test for Measuring Basic Programming Abilities. *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE '15)*, σσ. 2-10.
- Munoz, R., Barcelos, T., Villarroel, R., & Silveira, I. (2016). Game design workshop to develop computational thinking skills in teenagers with Autism Spectrum Disorders. *11th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (σσ. 1-4). Gran Canaria, Spain: IEEE.

- Munoz, R., Schumacher Barcelos, T., & Villarroel, R. (2018, May 14). CT4All: Enhancing Computational Thinking Skills in Adolescents with Autism Spectrum Disorders. *IEEE Latin America Transactions*, 16(3), σσ. 909-917.
- Munoz, R., Villarroel, R., Barcelos, T., Riquelme, F., Quezada, Á., & Bustos-Valenzuela, P. (2018). Developing Computational Thinking Skills in Adolescents With Autism Spectrum Disorder Through Digital Game Programming. *IEEE Access*, 6, σσ. 63880-63889.
- Nicolescu, B. (2002). *Manifesto of transdisciplinarity*. New York, NY: SUNY.
- Nicolescu, B. (2004). *Gurdjieff's Philosophy of Nature*. New York: The Continuum International Publishing Group.
- Noss, R., & Hoyles, C. (2017). Constructionism and Microworlds. Στο E. Duval, M. Sharples, & R. Sutherland, *Technology Enhanced Learning* (σσ. 29-35). London: Springer.
- Nourbakhsh, I. R., Crowley, K., Bhave, A., Hamner, E., Hsiu, T., Perez-Bergquist, A., και συν. (2005). The robotic autonomy mobile robotics course: Robot design, curriculum de-sign and educational assesment. *Autonomous Robots*, 18(1).
- O'Sullivan, D., & Igoe, T. (2004). *Physical Computing: Sensing and controlling the physical world with computers*. Boston, USA: Thomson Course Technology PTR.
- Owens, G., Granader, Y., Humphrey, A., & Baron-Cohen, S. (2008, June 20). LEGO Therapy and the Social Use of Language Programme: An Evaluation of Two Social Skills Interventions for Children with High Functioning Autism and Asperger Syndrome. *Journal Autism and Developmental Disorders*, 38, σσ. 1944–1957.
- Ozcinar, H., Wong, G., & Tugba, O. (2018). *Teaching Computational Thinking in Primary Education*. USA: IGI Global.
- Pachidis, T., Vrochidou, E., Kaburlasos, V., Kostova, S., Bonković, M., & Papić, V. (2018, September 29). Social Robotics in Education: State-of-the-Art and Directions. *Advances in Service and Industrial Robotics*, σσ. 689-700.
- Papadakis, S. (2021). Robots and Robotics Kits for Early Childhood and First School Age. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 14(18), σσ. 34-56.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.

- Papert, S., & Harel, I. (1991). *Situating Constructionism*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Pelham, W. E., & Fabiano, G. A. (2008). Evidence-based psychosocial treatments for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of the Clinical & Adolescent Psychology*.
- Penmetcha, M. (2012, August). *Exploring the effectiveness of robotics as a vehicle for computational thinking (Doctoral dissertation)*. Purdue University.
- Pennisi, P., Tonacci, A., Tartarisco, G., Billeci, L., Ruta, L., Gangemi, S., και συν. (2016). Autism and Social Robotics: A Systematic Review. *International Society for Autism Research*, 9(2), σσ. 165-183.
- Perković, L., Settle, A., Hwang, S., & Jones, J. (2010). A framework for computational thinking across the curriculum. *ITiCSE '10: Annual conference on Innovation and technology in computer science education* (σσ. 123-127). New York, USA: ACM Press.
- Peteranetz, M. S., Flanigan, A. E., Shell, D. F., & Soh, L.-K. (2017, June 6). Computational Creativity Exercises: An Avenue for Promoting Learning in Computer Science. *IEEE Transactions on Education*, 60(4), σσ. 305-313.
- Petre, M., & Price, B. (2004, June). Using robotics to motivate 'back door' learning. *Education and Information Technologies*, 9(2), σσ. 147-158.
- Plasman, J., & Gottfried, M. (2016, October 20). Applied STEM Coursework, High School Dropout Rates, and Students With Learning Disabilities. *Educational Policy*, 32(5), σσ. 664-696.
- Pleasants, J., Tank, K., & Olson, J. (2021). Conceptual connections between science and engineering in elementary teachers' unit plans. *International Journal of STEM Education*, σσ. 1-17.
- Pop, C., Simut, R., Pintea, S., Saldien, J., Rusu, A., David, D., και συν. (2013). Can the social robot Probo help children with autism to identify situation-based emotions? A series of single case experiments. *International Journal of Humanoid Robotics*, 10(3).
- Prelock, P. (2006). *Autism Spectrum Disorders: Issues in Assessment and Intervention*. Austin, Texas: PRO-ED.

- Psycharis, S. (2018, April 5). STEAM in Education: A Literature Review on the Role of Computation Thinking, Engineering Epistemology and Computational Science. Computational STEAM Pedagogy (CSP). *Scientific Culture*, 4(2), σσ. 51-72.
- Psycharis, S., & Kotzampasaki, E. (2017). Didactic Scenario for Implementation of Computational Thinking using Inquiry Game Learning. *In Proceedings of the 2017 International Conference on Education and E-Learning*, σσ. 26-29.
- Psycharis, S., Kalovrektis, K., & Xenakis, A. (2020). A Conceptual Framework for Computational Pedagogy in STEAM education: Determinants and perspectives. *Hellenic Journal of STEM Education*, 1(1), σσ. 17-32.
- Ramachandran, V., & Oberman, L. (2006, November). Broken mirrors: A theory of autism. *Scientific American*, 295(5), σσ. 62-69.
- Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What is design thinking and why is it important? *Review of Educational Research*, 82, σσ. 330-348.
- Repenning, A., Webb, D. C., & Ioannidou, A. (2010, March). Scalable game design and the development of a checklist for getting computational thinking into public schools. *SIGCSE '10: Proceedings of the 41st ACM technical symposium on Computer science education*, σσ. 265–269.
- Resnick, M. (1993). Behavior Construction Kits. *Communications of the ACM*.
- Resnick, M., & Silverman, B. (2005). Some reflections on designing construction kits for kids. *Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children* (σσ. 117-122). Boulder Colorado: ACM.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., και συν. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52, σσ. 60-67.
- Riley, D. D., & Hunt, K. A. (2014). *Computational Thinking for the Modern Problem Solver*. Boca Raton: CRC Press.
- Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). Bringing Engineering to Elementary School. *Journal of STEM Education*, 5 (3 et 4), σσ. 17-28.
- Rogers, Y., Paay, J., Brereton, M., Vaisutis, K., Marsden, G., & Vetere, F. (2014). Never too old: engaging retired people inventing the future with MaKey MaKey. *SIGCHI*

- Conference on Human Factors in Computing Systems* (σσ. 3913-3922). Toronto Ontario Canada: ACM.
- Roman-Gonzalez, M., Perez-Gonzalez, J.-C., & Jimenez-Fernandez, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, σσ. 678-691.
- Román-González, M., Pérez-González, J.-C., & Jiménez-Fernández, C. (2017, July). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, σσ. 678-691.
- Rosen, T., Mazefsky, C., Vasa, R., & Lerner, M. (2018, April 23). Co-occurring psychiatric conditions in autism spectrum disorder. *International Review of Psychiatry*, 30(1), σσ. 40-61.
- Rudovic, O., Lee, J., Dai, M., Schuller, B., & Picard, R. (2018, June 27). Personalized machine learning for robot perception of affect and engagement in autism therapy. *Science Robotics*, 3, σσ. 1-11.
- Sadock, J. B., & Sadock, A. V. (2009). *Επίτομη Ψυχιατρική Παιδιών και Εφήβων*. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.
- Sakulkueakulsuk, B., Witoon, S., Ngarmkajornwiwat, P., Pataranutaporn, P., Surareungchai, W., Pataranutaporn, P., και συν. (2018). Kids making AI: Integrating Machine Learning, Gamification, and Social Context in STEM Education. *International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)* (σσ. 1005-1010). Wollongong, NSW, Australia: IEEE.
- Saleki, S., Tajeri, B., & Ahadi, H. (2020, February). Effectiveness of hand - thinking playing LEGO on learning in children with reading disabilities. *Journal of Psychological Science*, 18(83).
- Samuel, A. (1959). Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. *Journal of Research and Development*, 3(3), σσ. 210-229.
- Sanders, M. E. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4).
- Scaradozzi, D., Sorbi, L., Pedale, A., Valzano, M., & Vergine, C. (2015). Teaching Robotics at the Primary School: An Innovative Approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, σσ. 238-253.

- Schadenberg, B. R., Reidsma, D., Heylen, D., & Evers, V. (2020, March 5). Differences in Spontaneous Interactions of Autistic Children in an Interaction With an Adult and Humanoid Robot. *Frontiers in Robotics and AI*, 7.
- Schulz, S., & Pinkwart, N. (2015). Physical Computing in STEM Education. *Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE '15)* (σσ. 134-135). London, United Kingdom: ACM.
- Schulz, S., & Pinkwart, N. (2015). Physical Computing in STEM Education. *WiPSCE '15*. London, United Kingdom: ACM.
- Schulz, S., & Pinkwart, N. (2016). Towards Supporting Scientific Inquiry. *11th Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (σσ. 45–53). New York: ACM.
- Sciberras, E., Mueller, K., Efron, D., Bisset, M., Anderson, V., Schil, E., και συν. (2014, February 3). Language Problems in Children With ADHD: A Community-Based Study. *Pediatrics*, 133(5), σσ. 793-800.
- Selby, C., & Woollard, J. (2013). *Computational Thinking: The Developing Definition*. University of Southampton (E-prints).
- Selby, C., Dorling, M., & Woollard, J. (2014). *Evidence of assessing computational thinking*. Authors' Original.
- Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G., & Clark, D. (2013, January 3). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework. *Education and Information Technologies*, 18, σσ. 351–380.
- Sentance, S., Waite, J., Yeomans, L., & MacLeod, E. (2017). Teaching with physical computing devices: the BBC micro:bit initiative. *The 12th Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (σσ. 87-96). Nijmegen, The Netherlands: ACM.
- Sentance, S., Waite, J., Yeomans, L., & MacLeod, E. (2017). Teaching with physical computing devices: the BBC micro:bit initiative. *The 12th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*. Nijmegen, The Netherlands: ACM.
- Settle, A., & Perkovic, L. (2010). Computational Thinking across the Curriculum: A Conceptual Framework. *Technical Reports*, 13.
- Shamsi, F., Hosseini, S., Tahamtan, M., & Bayat, M. (2017). Methodology Report: The Impaired Theory of Mind in Autism Spectrum Disorders and the Possible

- Remediative Role of Transcranial Direct Current Stimulation. *Journal of Advanced Medical Sciences and Applied Technologies*, 3, σσ. 175-178.
- Sharma, S., Gonda, X., & Tarazi, F. (2018, October). Autism Spectrum Disorder: Classification, diagnosis and therapy. *Pharmacology & Therapeutics*, 190, σσ. 91-104.
- Shetty, B. (2018, November 24). *Natural Language Processing(NLP) for machine learning*. Ανάκτηση May 03, 2021, από Towards data science: <https://towardsdatascience.com/natural-language-processing-nlp-for-machine-learning-d44498845d5b>
- Shumway, J. F., Clarke-Midura, J., Lee, V. R., Hamilton, M. M., & Baczuk, C. (2019, March). Coding Toys in Kindergarten. *Teaching Children Mathematics*, 25(5), σσ. 314-317.
- Shute , V. J., Sun , C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Elsevier*.
- Shute, V. J., Masduki , I., & Donmez, O. (2010). Conceptual framework for modeling, assessing, and supporting competencies within game environments. *Technology, Instruction, Cognition, and Learning*, 8, σσ. 137-161.
- Siciliano, B., Sciavicco, L., Villani, L., & Oriolo, G. (2010). *Robotics: modeling, planning and control*. USA: Springer.
- Smymova-Trybulska, E., Morze, N., Kommers, P., Zuziak, W., & Gladun, M. (2017, November 20). Selected aspects and conditions of the use of robots in STEM education for young learners as viewed by teachers and students. *Interactive Technology and Smart Education*.
- Snodgrass, M., Israel, M., & Reese, G. (2016, September). Instructional supports for students with disabilities in K-5 computing: Findings from a cross-case analysis. *Computers & Education*, 100, σσ. 1-17.
- Snow, E., Tew, A., Katz, I., & Feldman, J. (2012). Assessing Computational Thinking. *NSF Annual Principal Investigators' Meeting (CE21)*. Washington, DC.
- Stasolla, F., Caffò, A., Picucci, L., & Bosco, A. (2013, September). Assistive technology for promoting choice behaviors in three children with cerebral palsy and severe

- communication impairments. *Research in Developmental Disabilities*, 34(9), σσ. 2694-2700.
- Stefanidi, E., Korozi, M., Leonidis, A., Niess, J., Rogers, Y., & Schoning, J. (2021). Empowering Children with ADHD/ASD within Intelligent Environments.
- Strawhacker, A., & Bers, M. U. (2015). "I want my robot to look for food": Comparing Kindergarten's programming comprehension using tangible, graphic, and hybrid user interfaces. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(3), σσ. 293-319.
- Sullivan, A., Strawhacker, A., & Bers, M. (2017, July 12). Dancing, Drawing, and Dramatic Robots: Integrating Robotics and the Arts to Teach Foundational STEAM Concepts to Young Children. *Robotics in STEM Education*, σσ. 231-260.
- Tager-Flusberg, H., Joseph, R., & Folstein, S. (2001). Current directions in research in autism. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 7, σσ. 21-29.
- Tanaka, J. W., Wolf, J. M., Klaiman, C., Koenig, K., Cockburn, J., Herlihy, L., και συν. (2010, July 9). Using computerized games to teach face recognition skills to children with autism spectrum disorder: the Let's Face It! program. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, σσ. 944-952.
- Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., & Zhai, X. (2019, December 31). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, σσ. 1-22.
- Taurines, R., Schmitt, J., Renner, T., Conner, A., Warnke, A., & Romanos, M. (2010, November 10). Developmental comorbidity in attention-deficit/hyperactivity disorder. *ADHD Atten DefHyp Disord*, σσ. 267-289.
- Tedre, M., & Denning, P. J. (2016). The long quest for computational thinking. *Koli Calling*. Finland: Proceedings of the 16th Koli Calling International Conference on Computing Education.
- Tleubayev, B., Zhexenova, Z., Zhakenova, A., & Sandygulova, A. (2019, March). Robot-Assisted Therapy for Children with ADHD and ASD: a Pilot Study. *Proceedings of the 2019 2nd International Conference on Service Robotics Technologies*, σσ. 58-62.

- Toomey, A. H., Markusson, N., Adams, E., & Brockett, B. (2015). Inter- and Trans-disciplinary Research: A Critical Perspective. *GSDR 2015 Brief*, σσ. 1-3.
- Torp, L., & Sage, S. (2002). *Problems as possibilities: Problem-based learning for K-16 education* (2nd εκδ.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Touretzky, D., Marghitu, D., Ludi, S., Bernstein, D., & Ni, L. (2013). Accelerating K-12 computational thinking using scaffolding, staging, and abstraction. *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education (SIGCSE '13)* (σσ. 609-614). New York, NY: ACM.
- Turbak, F., & Berg, R. (2002). Robotic Design Studio: Exploring the Big Ideas of Engineering in a Liberal Arts Environment. *Journal of Science Education and Technology, 11*, σσ. 237-253.
- Turner, S., & Hill, G. (2007). Robots in problem-solving and programming. *In 8th Annual Conference of the Subject Centre for Information and Computer Sciences*, (σσ. 82-85). University of Southampton.
- Valenzuela, E., Barco, A., & Albo-Canals, J. (2015). Learning social skills through LEGO-based social robots for children with autism spectrum disorder at CASPAN center in Panama. *Conference Proceedings of New Friends - 1st international conference on social robots in therapy and education*, (σσ. 74-75). Almere, The Netherlands.
- Vandeveld, C., Wyffels, F., Ciocci, M.-C., Vanderborght, B., & Saldien, J. (2016). Design and evaluation of a DIY construction system for educational robot kits. *International Journal of Technology and Design Education, 26*, σσ. 521-540.
- Vellutino, F., Fletcher, J., Snowling, M., & Scanlon, D. (2004, January 9). Specific reading disability (dyslexia): what have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 45*(1), σσ. 2-40.
- Vita, S., & Mennitto, A. (2019). Neurobot: a psycho-edutainment tool to perform neurofeedback training in children with ADHD. *PSYCHOBIT*, σσ. 1-6.
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, σσ. 715-728.

- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*.
- Wainer, J., Dautenhahn, K., Robins, B., & Amirabdollahian, F. (2014, September 11). A Pilot Study with a Novel Setup for Collaborative Play of the Humanoid Robot KASPAR with Children with Autism. *International Journal of Social Robotics*, 6, σσ. 45-65.
- Washington STEM Study Group. (2011). *Washington Office of Superintendent of Public Instruction*. Ανάκτηση April 15, 2021, από Science, Technology, Engineering, & Mathematics (STEM): <https://www.k12.wa.us/student-success/career-technical-education-cte/program-study-career-clusters-and-career-pathways/science-technology-engineering-mathematics-stem#2>
- Weese, J. L., & Feldhausen, R. (2017). STEM Outreach: Assessing Computational Thinking and Problem Solving. *ASEE*.
- Wei, X., Yu, J., Shattuck, P., McCracken, M., & Blackorby, J. (2012, November 1). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43, σσ. 1539-1546.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., και συν. (2015, October 8). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, σσ. 127-147.
- Wenar, C., & Kerig, K. P. (2000). *Εξελικτική Ψυχοπαθολογία-Από τη Βρεφική Ηλικία στην Εφηβεία*. Αθήνα: Gutenberg.
- Werner, L., Denner, J., & Campe, S. (2012, February). The Fairy Performance Assessment: Measuring Computational Thinking in Middle School. *SIGCSE '12: Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education*, σσ. 215-220.
- Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., Ford, M., & Guolin, L. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(2), σσ. 201-216.
- Williams, D., Ma, Y., & Prejean, L. (2010, February). A Preliminary Study Exploring the Use of Fictional Narrative in Robotics Activities. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 29.

- Wing, J. M. (2006, March). Computational Thinking. *Communications of the ACM*.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society a: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, σσ. 3717-3725.
- Wing, J. M. (2011). Computational thinking—What and why. *The link magazine*, 6.
- Wing, L. (1996a). *The autistic spectrum. A guide for parents and professionals*. London: Constable.
- Wing, L. (1996b). Autistic spectrum disorders. *British Medical Journal*, 312, σσ. 327-328.
- Witzel, B. (2001). *Multisensory algebra through concrete to representational to abstract instruction for middle school students with learning difficulties*. University of Florida.
- Wright, J., Knight, V., & Barton, E. (2020, February). A review of video modeling to teach STEM to students with autism and intellectual disability. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 70.
- Wyeth, P., & Purchase, H. C. (2002, April). Tangible programming elements for young children. In *CHI'02 extended abstracts on Human factors in computing systems* (σσ. 774-775). Minneapolis Minnesota USA: ACM.
- Xanthoudaki, M. (2017, March). *From STEM to STEAM (education): A necessary change or 'the theory of whatever'?* Ανάρτηση April 29, 2021, από ecsite: https://www.researchgate.net/profile/Maria-Xanthoudaki/publication/315893720_From_STEM_to_STEAM_education_A_necessary_change_or_%27the_theory_of_whatever%27/links/58ec9b43aca272bd28760a52/From-STEM-to-STEAM-education-A-necessary-change-or-the-theory-of-wh
- Xenakis, A., & Brentas, S. (2019). STEM Activities based on Educational Robotics, Recyclable Materials and Arduino Programming. *11th annual International Conference on Education and New Learning*. Spain.
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2014, March). Computational Thinking in Elementary and Secondary Teacher Education. *Transactions on Computing Education*, 14(1).
- Yasar, O., Veronesi, P., Maliekal, J., Little, L. J., Vattana, S. E., & Yeter, I. (2015). Computational Pedagogy: Fostering a New Method of Teaching. *The ASEE Computers in Education (COED) Journal*, σσ. 51-72.

- Yousif, J. H., Kazem, H. A., & Chaichan, M. T. (2019, February). Evaluation Implementation of Humanoid Robot for Autistic Children: A Review. *International Journal of Computation and Applied Sciences IJOCAAS*, 6(1), σσ. 412-420.
- Yousif, M. J., & Yousif, J. H. (2020, April 25). Humanoid Robot as Assistant Tutor for Autistic Children. *International Journal of Computation and Applied Sciences*, 8(2), σσ. 8-13.
- Zhang, X., & Zou, H. (2009). On Computational Tools, Computational Thinking and Computational Methods. *First International Workshop on Education Technology and Computer Science*. Wuhan, Hubei, China: IEEE.
- Zhang, Y., & Luo, C. (2012). Training for computational thinking capability on programming language teaching. *7th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2012)* (σσ. 1804-1809). Melbourne, VIC, Australia: IEEE.
- Zhong, X., & Liang, Y. (2016, September 13). Raspberry Pi: An Effective Vehicle in Teaching the Internet of Things in Computer Science and Engineering. *Electronics*, 5(3).
- Zollman, A. (2012, January 2). Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), σσ. 12-19.
- Zygouris, N. C., Avramidis, E., Karapetsas, A. V., & Stamoulis, G. I. (2018). Differences in dyslexic students before and after a remediation program: A clinical neuropsychological and event related potential study. *Applied Neuropsychology: Child*, 7(3), σσ. 235-244.
- Zygouris, N. C., Vlachos, F., Dadaliaris, A. N., Karagos, E., Oikonomou, P., Striftou, A., και συν. (2018). New Tasks for a Dyslexia Screening Web Application. *International Conference on Interactive Collaborative Learning* (σσ. 263-271). Springer.
- Zygouris, N., Striftou, A., Dadaliaris, A., Stamoulis, G., Xenakis, A., & Vavougiotis, D. (2017). The use of LEGO mindstorms in elementary schools. *Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. IEEE.
- Αναγνωστάκης, Σ., Μαργετουσάκη, Α., & Μιχαηλίδης, Π. Γ. (2008). Δυνατότητα Εργαστηρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στα Σχολεία. *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής*, (σ. 243). Πάτρα.

- Γιαννακόπουλος, Α., Φραγκογιάννης, Ι., & Παυλίδου, Α. (2013). Αξιοποίηση των ΤΠΕ σε άτομα με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. *1ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΕΕΠ-ΑΤΠΕ: Η εκπαίδευση στην εποχή των ΤΠΕ*, (σσ. 117-125). Αθήνα.
- Δημητριάδης, Σ. (2015). *Θεωρίες μάθησης και εκπαιδευτικό λογισμικό*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- Ζούκης, Ν. (2019). Η διε και η δια-επιστημονικότητα ως γνωστική και εκπαιδευτική πρόκληση διεύρυνσης της κλασικής λογικής: οι περιπτώσεις της γλώσσας και της ταυτότητας. *5ο Διεθνές Επιστημονικό Συνέδριο: Η διεπιστημονικότητα ως γνωστική, εκπαιδευτική και κοινωνική πρόκληση* (σσ. 44-51). Ηράκλειο: Ι.Α.Κ.Ε.
- Ζυγούρης, Ν. (2020). *Εισαγωγή στις Μαθησιακές Δυσκολίες*. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ΔΠΜΣ Πληροφορική και Υπολογιστική Βιοϊατρική, Λαμία.
- Κάκουρος, Ε., & Μανιαδάκη, Κ. (2006). *Ψυχοπαθολογία παιδιών και εφήβων-Αναπτυξιακή προσέγγιση*. Αθήνα: Τυπωθήτω.
- Καλαντζή-Αζίζι, Α., & Ζαφειροπούλου, Μ. (2004). *Προσαρμογή στο σχολείο-Πρόληψη και αντιμετώπιση δυσκολιών*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Καλαντζής, Γ., & Τσιχουρίδης, Χ. (2019). Το S.T.E.M. στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση ως δυνητικός παράγων ανάπτυξης στην οικονομία: Επισκόπηση της Διεθνούς Βιβλιογραφίας. *Εκπαίδευση, Δια Βίου Μάθηση, Έρευνα και Τεχνολογική Ανάπτυξη, Καινοτομία και Οικονομία*, 2, σσ. 118-125.
- Καλύβα, Ε. (2005). *Αυτισμός: Εκπαιδευτικές και Θεραπευτικές Προσεγγίσεις*. Αθήνα: Παπαζήση.
- Καραγιαννίδης, Χ., & Καραματσούκη, Α. (2018). *Τεχνολογίες και Πρακτικές Εφαρμογές της Μάθησης μέσω Φορητών Συσκευών για την Ειδική Αγωγή*. Aristotle University of Thessaloniki.
- Καραπέτσας, Α. Β. (2015). *Η Δυσλεξία στο Παιδί: Διάγνωση και Θεραπεία*. Βόλος: Αργύρης Β. Καραπέτσας.
- Καρατζάς, Α. (2005). *Μάθηση της ορθογραφικής δεξιότητας*. Αθήνα: Γρηγόρης.
- Καρατράντου, Α., Τάχος, Ν., & Αλιμήσης, Δ. (2006). Εισαγωγή σε Βασικές Αρχές και Δομές Προγραμματισμού με τις Ρομποτικές Κατασκευές LEGO Mindstorms. *3ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής»*,. Κόρινθος.

- Κόκκινος, Θ., Μόκα, Α., Ξενάκης, Α., & Παπαστεργίου, Γ. (2018). Σχεδιασμός, Υλοποίηση και Εφαρμογή Διδακτικών Δραστηριοτήτων Μαθηματικών και Φυσικής στο Γυμνάσιο με Χρήση Ρομποτικής και Διδακτικές STEM. *1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Scientix*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Κολιάδης, Ε. Α. (2010). *Συμπεριφορά στο σχολείο: Αξιοποιούμε δυνατότητες, Αντιμετωπίζουμε προβλήματα*. Αθήνα: Γρηγόρη.
- Κουμπιάς, Ε. (2010). Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής - Υπερκινητικότητα (ΔΕΠ-Υ): Στρατηγικές αντιμετώπισης στη σχολική τάξη. Στο Ε. Α. Κολιάδης, *Συμπεριφορά στο σχολείο: Αξιοποιούμε δυνατότητες, Αντιμετωπίζουμε προβλήματα* (σσ. 565-595). Αθήνα: Γρηγόρη.
- Κυριακού, Γ., & Φαχαντίδης, Ν. (2012). Διδακτική της Πληροφορικής με εφαρμογές Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, βασισμένης στην Εποικοδομητική θεωρία. *6ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής»*, (σσ. 247-262). Φλώρινα.
- Μαλεγιαννάκη, Α.-Χ. (2012). Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητας σε παιδιά και εφήβους: Ψυχιατρικά και νευροψυχολογικά χαρακτηριστικά. Στο *Κλινική Παιδονευροψυχολογία* (σσ. 204-243). Πάτρα: Gotsis.
- Μαράκη, Ε., & Παπαδάκης, Σ. (2008). *Οι τεχνολογίες της πληροφορίας και των επικοινωνιών στην ειδική αγωγή*. Αθήνα: Σμυρνιωτάκης.
- Ματσαγγούρας, Η. (2002). Διεπιστημονικότητα, Διαθεματικότητα και Ενταξιοποίηση στα νέα Προγράμματα Σπουδών: Τρόποι οργάνωσης της σχολικής γνώσης. *Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων*, 7, σσ. 19-36.
- Μαυροπούλου, Σ. (2011). Αποτελεσματικές εκπαιδευτικές προσεγγίσεις και διδακτικές στρατηγικές για τα παιδιά στο φάσμα του αυτισμού. Στο Σ. Παντελιάδου, & Β. Αργυρόπουλος, *Ειδική Αγωγή: Από την έρευνα στη διδακτική πράξη* (σσ. 83-134). Αθήνα: Πεδίο.
- Μείζον Ελληνικό Λεξικό*. (1997). Τεγόπουλος-Φυτράκης.
- Μπελεσιώτης, Β., Ρόμπολα, Ε., Χατζηπαπαδόπουλος, Α., & Λουκάτος, Δ. (2017). Physical Computing και μαθήματα Πληροφορικής. *11ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής*. Χαλκίδα.
- Νικολόπουλος, Γ. (2017). Διδασκαλία των Μαθηματικών σε Διαεπιστημονικό (STEM) περιβάλλον, για ανάπτυξη γνώσεων και δεξιοτήτων, κατάλληλη για παιδιά με και

- χωρίς Μαθησιακές Δυσκολίες. *Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης, 1*, σσ. 804-819.
- Νότας, Σ. (2005). *Το φάσμα του αυτισμού, διάχυτες αναπτυξιακές διαταραχές. Ένας οδηγός για την οικογένεια*. Λάρισα: Έλλα.
- Ξενάκης, Α., Καλοβρέκτης, Κ., & Παπαστεργίου, Γ. (2019). Συνεισφορά STEM σεναρίων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής σε Φυσική και Μαθηματικά για ενίσχυση της Υπολογιστικής Σκέψης. *Επιστήμες και Εκπαίδευση, 2*, σσ. 13-20.
- Πανελλήνιο Σωματείο Ατόμων με ΔΕΠΥ. (χ.χ.). *Πανελλήνιο Σωματείο Ατόμων με ΔΕΠΥ*. Ανάκτηση Απρίλιος 15, 2018, από Τι είναι ΔΕΠΥ;: <http://www.adhdhellas.org/2013-09-13-13-14-13/ti-einai>
- Παντελιάδου, Σ. (2011). Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες και αποτελεσματική διδασκαλία. Στο Σ. Παντελιάδου, & Β. Αργυρόπουλος, *Ειδική Αγωγή: Από την έρευνα στη διδακτική πράξη* (σσ. 185-252). Αθήνα: Πεδίο.
- Παντελιάδου, Σ., & Αργυρόπουλος, Β. (2011). *Ειδική Αγωγή: Από την έρευνα στη διδακτική πράξη*. Αθήνα: Πεδίο.
- Παπάζογλου, Θ., & Καραγιαννίδης, Χ. (2019). Εκπαιδευτική Ρομποτική για την ενίσχυση κοινωνικών δεξιοτήτων και της εμπλοκής παιδιών με αυτισμό. *7ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αυτισμού*. Αθήνα.
- ΠΕΚαΠ. (2010). *Η εκπαιδευτική ρομποτική στο δημοτικό σχολείο*.
- Πολυχρονοπούλου, Σ. (2012). *Παιδιά και Έφηβοι με Ειδικές Ανάγκες και Δυνατότητες*. Αθήνα: Ατραπός.
- Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (2014). *Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της Πληροφορίας*. Αθήνα: ΑΘΗΝΑ.
- Σολομωνίδου, Χ. (2012). *Νέες τάσεις στην εκπαιδευτική τεχνολογία*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Τζιβινίκου, Σ. (2015). *Μαθησιακές δυσκολίες - διδακτικές παρεμβάσεις*. Αθήνα: Κάλλιπος.
- Τζουριάδου, Μ. (2011). *Μαθησιακές Δυσκολίες: Θέματα Ερμηνείας και Αντιμετώπισης*. Θεσσαλονίκη: Προμηθεύς.
- Τσικολάτας, Α. (2011). ΤΠΕ ως Εκπαιδευτικό Εργαλείο στην Ειδική Αγωγή. *2ο Πανελλήνιο Συνέδριο "Ενταξη των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία"*, (σσ. 1229-1232). Αθήνα.

- Τσοβόλας, Σ., & Κόμης, Β. (2010). Ρομποτικές κατασκευές μαθητών δημοτικού: μια ανάλυση με βάση τη Θεωρία της Δραστηριότητας. *5ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής*, (σσ. 356-365). Αθήνα.
- Χατζηπαπαδόπουλος, Α., Λουκάτος, Δ., & Μπελεσιώτης, Β. Σ. (2016). Εφαρμογές Physical Computing με Raspberry Pi. Αξιοποίηση στη διδασκαλία του προγραμματισμού. *Η Πληροφορική στην Εκπαίδευση (8th Conference on Informatics in Education)*, (σσ. 12-24). Αθήνα.
- Ψυχάρης, Σ., Κοτζαμπασάκη, Ε., & Καλοβρέκτης, Κ. (2018). Υπολογιστική Σκέψη, Επιστημολογία των Μηχανικών και Υπολογιστική Παιδαγωγική: Μια πρόταση εισαγωγής του STEM στην εκπαίδευση. *Εκπαίδευση και Επιστήμες*.